

لعلاج وترميم وصيانة
الكتب والمخطوطات
والوثائق التاريخية

الأسس
العلمية



عبد المعز شاهين



المكتبة العشرية الحكامة في الإسكندرية

الأسس العلمية للعلاج وزميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية

تأليف
عبد المعز شاهين



المكتبة الوطنية المصرية العامة للكتاب

١٩٩٠

الاخراج الفنى

مبجده البنا

اهداء

احياء لذكرى أبى
ومن وحي عطائه
أهدى هذا الكتاب
الى زوجتى وأبنائى
والى كل من يخلص السعى فى سبيل ألاء
معانى الحق والغير والجمال
راجيا أن أكون به قد وفيت
قسما من دين بلادى

عبد المعز شاهين

الباب الأول

**الأسس العلمية
للعلاج والترميم والصيانة**

مقدمة

تقوم حالة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية على الخواص الطبيعية والكيميائية للمواد المصنوعة منها كما تعتمد على طبيعة الظروف المحيطة بها ، لذلك فإن صيانة هذه المقتنيات الثقافية والحضارية على اختلاف المواد المصنوعة منها تتوقف لا على ما يتحتم اجراؤه من أعمال العلاج والترميم فحسب بل تعتمد كذلك على تهيئة الظروف المناسبة لسلامتها والحفاظ عليها ولهذا السبب فإن أية دراسة لصيانة هذه المقتنيات يجب أن تعتمد على دراسة عامة لخواصها وتأثير الظروف المحيطة بها .

ومن البديهي أن أية دراسة أو محاولة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يجب أن تكون مرتكزة في المقام الأول على تحديد قاطع لعوامل التلف السائدة أو المحتملة في مكان بعينه أو ظروف بعينها . ومن حسن الحظ أننا لا نبدأ من فراغ فقد سبقتنا أجيال اخلصت وتفانّت ونجحت في تحديد أسباب التلف العامة التي يمكن أن تقوم في كل زمان وفي كل مكان ولم يبق أمامنا الا أن نستزيد وأن نتمعم حتى نستطيع السير خطوة أو خطوات لعلها تمهد الطريق لأجيال لاحقة سوف يقع على عاتقها تكملة المسيرة .

وعلى أية حال فسوف نتناول بشئ من الإيجاز أهم أسباب التلف وذلك على النحو التالي :

أولا - الأهمال والتقصير :

ونعني به الإهمال فى التخزين والعرض والتناول والتجيبش والنظافة وفى مواجهة الكوارث والحوادث وكذلك الإهمال أو التقصير فى اتباع أساليب العلاج والترميم الملائمة والتراخى فى اختيار مواد العلاج والترميم المناسبة .. أى استعمال مواد العلاج والترميم دون معرفة كافية بخواصها الكيميائية والطبيعية .

ثانيا - الهواء والشوائب الغازية الموجودة فى الجو :

يتكون الهواء الجوى النقى من خليط من غاز الأكسجين وغاز النيتروجين وكمية صغيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون .. وبالرغم من نقاته نجد أنه مسئول عن بعض التلف الذى يصيب المواد العضوية ومن بينها الورق والبردى والجلد والرق وهى المواد الرئيسية التى تتكون منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية ، فهو يهيم غاز الأكسجين وبخار الماء اللازمين للاحتراق والتميز والتأكسد الذاتى (Auto oxidation) .

ولما كان من غير المستطاع فى معظم الحالات تفادى اختلاط الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالهواء الجوى - ما لم توضع فى خزانات مملوءة بأحد الغازات الخاملة - فإنه يصبح من الضرورى احكام غلق فترينات العرض وخزانات التخزين وعدم الاكثار من فتحها دون داع. لذلك حتى يمكن التقليل من فرص تلفها بفعل الهواء الجوى .

وتعتبر الشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن الصناعية مثل غاز ثانى أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين وغاز النوشادر وغاز ثانى أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون ومخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود التى تتناثر فى الجو من مداخن المصانع من الأسباب الرئيسية لتلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .. ولما كانت هذه الشوائب الغازية توجد فى أجواء المدن الصناعية بكميات كبيرة جدا فإن التلف الذى ينتج عنها لا يجب أن يستهان به ، ولذلك وحتى نستجلى الحقيقة ونستوضح الصورة فسوف نتناول دور الشوائب الغازية فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بشيء من التفصيل وذلك على النحو التالى :

غاز ثانى أكسيد الكبريت :

أن كمية الكبريت فى غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى ينطلق الى الجو سنويا نتيجة لاحتراق الوقود المستخدم فى المصانع وغيرها من الآلات والعربات يزيد عن كمية الكبريت فى كل مركبات الكبريت الأخرى التى

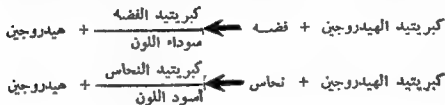
تنتجها جميع شركات الصناعات الكيماوية .. وحتى يتضح لنا مدى التلف الذى يسببه غاز ثاني أكسيد الكبريت فلعله يكون من المفيد أن نذكر على ذلك بالإحصائية التى أجريت فى بريطانيا عام ١٩٥٣ لحساب كمية حمض الكبريتيك الذى يتكون فى الجو نتيجة لوجود غاز ثاني أكسيد الكبريت به .. وهى الإحصائية التى نشرتها مجلة التيمز اللندنية فى عددها الصادر فى ٢٠ إبريل عام ١٩٥٣ .. وقد جاء فى هذه الإحصائية أن كمية حمض الكبريتيك هذه تصل الى ٩ مليون طن .. وهذه الكمية تعادل خمسة أضعاف الكمية المنتجة صناعيا من هذا الحمض فى العام .

ويتم التلف عادة عن طريق امتصاص غاز ثاني أكسيد الكبريت الموجود فى الجو بواسطة المواد المسامية المصنوعة منها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .. وهذا الغاز عند امتصاصه يتفاعل مع الماء الحر الذى يوجد عادة فى مسام هذه المواد فيتحول الى حمض الكبريتيك بمساعدة الكميات الضئيلة من المركبات المعدنية وخاصة الحديد التى توجد غالبا ملتصقة بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق على صورة أثرية . والمعروف أن الأحماض وعلى وجه الخصوص حمض الكبريتيك تسبب تبقع وضعف وتهتك الورق وتعمل الجلد والرق وقصر الألوان كما تؤدي الى صدأ المعادن وتفتت الأحجار وإضعاف المنسوجات .

غاز كبريتيد الهيدروجين :

يتواجد غاز كبريتيد الهيدروجين فى أجواء المدن نتيجة للعمليات الكيماوية التى تجرى فى بعض المصانع ونتيجة للنشاط البيولوجى الذى يتم فى المستنقعات وفى مياه البحيرات الراكدة وفى مخلفات الصرف الصحى .. ومن ناحية أخرى نجد أن أجواء المباني الحديثة للمكتبات والمتاحف تتلوث بغاز كبريتيد الهيدروجين الذى يتولد من مركبات الكاوتشوك المستخدمة عادة فى تغطية الأرضيات وغيرها .

وبالرغم من أن تأثير غاز كبريتيد الهيدروجين أقل كثيرا من تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت إلا أننا نجد أنه يهاجم معادن الفضة والنحاس التى تستخدم فى بعض الأحيان فى زخرفة أغلفة الكتب والمخطوطات القديمة ويتسبب فى اسوداد لونها وذلك طبقا للمعادلات الكيماوية الآتية :



ومن ناحية أخرى يتسبب غاز كبريتيد الهيدروجين في تغيير أو اسوداد بعض المركبات الكيميائية الملونة في لوحات التمبرا المرسومة على حوامل من الورق وغيره .. مثال ذلك أبيض الرصاص (الاسبيداج) الذي استخلم بكثرة منذ أقدم الأزمنة وذلك طبقا للمعادلة :



غسائر النوشادر :

ينطلق غاز النوشادر الى الهواء الجوي من الكائنات الحية نتيجة للتفاعلات البيوكيميائية التي تجرى في اجسادها .. كما انه ينطلق الى الجو نتيجة للعمليات الكيميائية التي تجرى في الطبيعة .. وغاز النوشادر يضر بالمواد السليولوزية لكونه يساعد على الاسراع بعملية التحلل المائي التي تتعرض لها في الأوساط القلوية (Alkaline Hydrolysis) وقد يكون غاز النوشادر الذي يتسرب الى المسام الموجودة في الجلود والأوراق مفيدا في بعض الحالات خاصة اذا ما كانت هذه المواد ذات درجة عالية من الحموضة بتأثير الغازات الحمضية حيث نجد أن غاز النوشادر يقلل من درجة الحموضة ، الا انه في وجود درجة عالية من الرطوبة يتسبب في حدوث بعض التلف للأوراق والجلود المعالجة بطبقة من الراتنجات الطبيعية حيث يتفاعل غاز النوشادر مع غاز ثاني أكسيد الكبريت والماء مكونا كبريتات الأمونيوم التي تتسبب في تفتيح أو تنوير (Bleaching) اسطح الورق أو الجلود المعالجة مما يشوه منظرها ويطمس ما قد يكون عليها من زخارف وكتابات .

غاز ثاني أكسيد النيتروجين وغاز الأوزون :

بالرغم من أن الكثيرين لا ينتبهون جيدا لخطورة غاز ثاني أكسيد النيتروجين والأوزون الا أنهما في الواقع من أكثر غازات التلوث الجوي اتلافا لمقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية . ويتكون غاز الأوزون في طبقات الجو العليا بتأثير الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسجين . كما أن مزيدا منه يتكون بتأثير أشعة الشمس على غاز ثاني أكسيد النيتروجين الذي ينطلق معظمه الى الجو نتيجة لاحتراق وقود العربات .

ونتيجة لذلك نستطيع القول بأن نسبة وجود هذين الغازين في أجواء المدن تبلغ درجة خطيرة تتطلب بذل أقصى الجهود للتخلص من تأثيرهما الضار .

ولما كان غاز الأزون يتسبب فى تحطيم المواد العضوية نتيجة لتكسير الروابط التى تربط بين ذرات الكربون فاننا نجد أن المواد السليولوزية والبروتينية التى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة تفقد قوتها ومتانتها اذا ما تعرضت لفعله مدة طويلة .. وبالإضافة الى ذلك فان غاز الأزون يؤكسد الأصماغ الطبيعية التى كانت تدهن بها أغلفة الكتب الفارسية القديمة بغرض اكسابها لمعانا وريقا جذابا .. كما أنه يزيل ألوان الأقمشة المصبوغة التى تغطى بها أغلفة الكتب والمخطوطات القديمة .

وبالنسبة لغاز ثانى أكسيد النيتروجين فانه بجانب تحوله الى غاز الأزون المتلف بفعل أشعة الشمس يتسبب فى قصر أو إزالة ألوان الجلود وغيرها من الألياف المصبوغة .

بخار الماء :

يعبئ بخار الماء الموجود فى الجو الرطوبة اللازمة لتحول الشوائب الغازية الى أحماض فيدونه لا يتحول غاز ثانى أكسيد الكبريت مثلا الى حمض الكبريتيك .. ومن ناحية أخرى فان وجود نسبة عالية من الرطوبة فى الجو يساعد على اصابة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .. كما أن الرطوبة تنشط عمليات صدأ المعادن وتؤدى الى التحلل المائى للمواد العضوية .

ثالثا - الضوء :

مما لا شك فيه أن لدورة الليل والنهار وتعاقب الاضاءة الصناعية والاطلام أثرهما على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .. ونجد أن هذه المقتنيات وخاصة المصنوعة من المواد السليولوزية كالورق والبردى تفقد صلابتها وتحول الى أجسام هشة اذا تعرضت لمدة طويلة لتأثير الضوء .

وبالرغم من ذلك فان قليلا من الاهتمام قد أعطى لدراسة تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق .. واذا ما رجعنا قليلا الى الوراء، فسوف نجد أن بداية الاهتمام بتأثير الضوء على مقتنيات المكتبات ومعرضات المتاحف كانت فى عام ١٨٨٨ حينما قام كل من رسل (Russel) وابنى (Abney) بنشر تقريرهما عن تأثير الضوء على الألوان المائية .. وأعقب ذلك فى السنوات القليلة الماضية ظهور بعض الدراسات التى تناولت قصر الألوان المائية بفعل الضوء .. ولقد كانت بداية الاهتمام الحقيقى بدراسة تأثير الضوء فى عام ١٩٥٢ حينما قام الأستاذ جينارد (Genard) بنشر تقريره المشهور عن الأشعة فوق

البنفسجية المنبعثة من لمبات الفلورسنت ٠٠ وكان هذا التقرير في الواقع بداية لنشاط كبير في هذا المجال حيث توالى الدراسات العلمية المتعمقة التي كان لها الفضل الأكبر في إعطاء أهمية كبيرة لتأثير الضوء على مقتنيات دور الكتب ومروضات المتاحف .

وتنقسم أنواع الأشعة التي تقع على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الى ثلاثة أنواع حسب طول موجة الضوء هي :

الأشعة فوق البنفسجية :

وهي أشعة غير مرئية ويتراوح طول موجتها من ٣٠٠٠ الى ٤٠٠٠ أنجستروم (Å) وتنقسم الى قسمين هما :

١ - الأشعة فوق البنفسجية البعيدة (Far ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها ما بين ٣٠٠٠ ، ٣٤٠٠ أنجستروم .

٢ - الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation)

ويتراوح طول موجتها من ٣٤٠٠ الى ٤٠٠٠ أنجستروم .

الضوء المرئي :

ويتراوح طول موجته من ٤٠٠٠ الى ٧٦٠٠ أنجستروم .

الأشعة تحت الحمراء :

وهي أشعة غير مرئية ويبلغ طول موجتها أكثر من ٧٦٠٠ أنجستروم .

ولو أن الألياف النباتية المستخدمة في صناعة الورق لا تتأثر بسرعة بالضوء وخاصة إذا كانت تقيء إلا أنه بمرور الوقت تحدث بسبب الضوء سلسلة من التفاعلات المعقدة التي تؤدي الى ضعف الألياف (Tendering of fibres)

ويتوقف مدى تأثير الألياف النباتية السليلوزية المستخدمة في صناعة الورق بالضوء على نوع الأشعة الضوئية الساقطة عليها . ولقد ثبت أن أكثرها تأثيرا بصفة عامة هي الأشعة فوق البنفسجية لكونها الأشعة ذات الموجة القصيرة أى أنها الأشعة ذات الطاقة الكبيرة . كما أن الضوء المرئي هو الآخر يسبب تلف الورق خاصة إذا سقطت عليه مكونات الضوء المرئي ذات الموجة القصيرة مثل الأزرق والبنفسجي .

وحتى نتفهم الكيفية التى يؤثر بها الضوء على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وكذلك معروضات المتاحف من الورق والبردى والرق والجلود والمنسوجات لابد لنا أن نلم بشئ من مبادئ الكيمياء الضوئية (Photo chemistry) .

ويمكن إيجازها على النحو التالى :

من المعروف علميا أن للضوء طبيعة خاصة تحكمها نظريتان هما :

نظرية الموجة :

والضوء حسب هذه النظرية عبارة عن موجات الكتر ومغناطيسية لها خواص وصفات الموجات من حيث التذبذب والسرعة وطول الموجة ويحكمها القانون الآتى :

$$\text{طول الموجة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{التذبذب}}$$

نظرية الجسيمات :

والضوء وخاصة الأشعاعات الضوئية قصيرة الموجه - فى مدلول هذه النظرية عبارة عن تيار متتابع ومتلاحق من الجسيمات أو الفوتونات (Quanta or photons) المحملة بكمية محدودة من الطاقة التى يمكن حسابها من تذبذب موجة الضوء :

$$\text{الطاقة} = \text{مقدار ثابت} \times \text{التذبذب}$$

أى أنه أمكن الربط بين النظريتين وبالتالى يمكن القول بأن الضوء يعبر عن الخواص المميزة لكل من الموجات والجسيمات . وعلى هذا الأساس فإنه عندما يسقط شعاع ضوئى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق فإن ذرات المواد المصنوعة منها هذه المقتنيات تمتص طاقة هذا الشعاع وتنتقل الى مستوى أعلى من مستوى الطاقة العادى المتبادل . أى أنه يحدث لها عملية تهيج بفعل طاقة الشعاع الضوئى الممتصة . ولما كان كل امتصاص للطاقة لابد وأن يتبعه انبعاث فإننا نجد أن الطاقة الممتصة بواسطة ذرات المواد تنبعث عادة اما على صورة حرارة أو على صورة أشعة تفلور (Fluorescent radiation) أو على صورة تحول كيميائى داخل جزيئات المواد أو على صورة تكسر للروابط الكيميائية (Chemical bonds) التى تربط بين ذرات هذه المواد أو عن طريق التصادم وانتقال الطاقة الممتصة الى ذرات أخرى .

ومن هذا يتضح لنا أن طاقة الفوتونات الضوئية الممتصة هي التي تحدث التغيرات الضوء كيميائية (Photo chemical changes) ومن ثم فإن خفض شدة الاضاءة سوف يؤدي الى خفض عدد الفوتونات التي تمتصها ذرات المواد في وحدة الزمن ولكنها لا تؤدي بطبيعة الحال الى خفض كمية الطاقة المحملة بها هذه الفوتونات لكونها ترتبط بطول موجة الشعاع الضوئي ٠٠ وعلى هذا ومن الناحية النظرية فانه لا توجد حدود لشدة الضوء يمكن عندها القول بأن التفاعلات الضوء كيميائية سوف تتوقف ٠٠ ومن ذلك يمكن لنا أن نقرر أن خفض شدة الاضاءة سوف يؤدي الى تعطيل التفاعلات الضوء كيميائية ولكنه لا يؤدي الى توقفها .

ولقد قام عدد كبير من الدارسين ومن بينهم لاور (Launer) بإجراء دراسات كثيرة قارنوا فيها بين طاقة عدد كبير من الروابط الكيميائية وبين طاقة فوتونات الأشعة الضوئية وانتهوا الى القول بأن الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة تحمل الطاقة الكافية لحدوث تفسر أو تهتك للروابط الكيميائية ذات الطاقة الأقل في عدد كبير من المركبات العضوية .

وبالإضافة الى ذلك قام كل من لاور ويلسن (Lauher and Wilson) بدراسة تأثير الضوء على الورق وثبت لديهما أن سرعة تلف الورق بفعل الضوء تزداد بمعدل كبير في حالة الأوراق المصبوغة ٠٠ كما أجريت دراسات أخرى مماثلة للوقوف على التفاعلات التي تحدث في القماش بفعل الضوء استخدمت فيها أقمشة قطنية مصبوغة بصبغات برميلية (Vat dyes) وقد ثبت في كلتا الحالتين أن التفاعل يحتاج الى وجود الأكسجين وأنه ينشط أكثر عندما تكون الرطوبة النسبية مرتفعة .

وقد استنتج من ذلك أن جزيء الصبغة النشط يستخرج ذرة هيدروجين من جزيء السليولوز ثم يتحد الشق السليولوزي بأكسجين الهواء مكونا مجموعة بيروكسيد ثم يتفاعل هذا المركب غير المستقر بطرق مختلفة معطيا نواتج مختلفة بينما يتفاعل جزيء الصبغة المختزل مع أكسجين الهواء مكونا الصبغة الأصلية مرة أخرى .

ويمكن تلخيص التفاعلات التي تحدث في هذه الحالة على النحو التالي :

المرحلة الأولى :

(Excitation) التنهيج



للمرحلة الثانية :

التفاعلات (Reactions)

(c) $O_2 + 2H_2O_2$ (Water) $\longrightarrow 2 H_2O_2$:Hydrogen Peroxide
وينتج ذلك تفاعل بين فوق أكسيد الهيدروجين (Hydrogen peroxide)
والسيلولوز أو الصبغة وذلك على النحو الآتي :

(d) $H_2O_2 + Cellulose \longrightarrow H_2O_2 + Oxycellulose$ and/or

(e) $H_2O_2 + HD$ (dye) $\longrightarrow H_2O_2 + HOD$ (Bleached dye)

وفي النهاية يمكن القول بأن الأشعة فوق البنفسجية البعيدة تسبب في ضعف الألياف وذلك عن طريق تكسيرها لجزيئات السيلولوز الكبيرة (Marco Molecules) تكسيرا مباشرا ٠٠ ولما كانت هذه الجزيئات الكبيرة هي سبب متانة الألياف فإن تكسيرها إلى جزيئات أصغر عن طريق تكسير بعض الروابط الكيميائية التي تربط بين وحدات الجلوكوز في سلاسل السيلولوز يسبب حدوث ضعف شديد في الورق ٠٠ وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحلل بالضوء (Photolysis) ٠٠ إما في حالة الموجات الضوئية فوق البنفسجية القريبة والضوء المرئي قصير الموجة (البنفسجي والأزرق) فإن الطاقة المتولدة عنها تكون غير كافية لكسر الروابط الكيميائية ٠٠ ومع ذلك فقد يحدث التلف بطريقة غير مباشرة على هيئة وهن يصيب الورق ٠٠ وتعرف هذه الظاهرة باسم الوهن الضوئي (Photosensitized degradation) ٠٠ وتجد أنه بينما ينتج عن التحلل بالضوء اصفرار في لون الورق فإنه ينتج عن الوهن الضوئي قصر للون .

وفيما يختص بالألياف الحيوانية ولو أنها لم تدرس الدراسة الكافية إلا أنه قد وجد أن عمليات الوهن الضوئي تحدث لها بصورة ملحوظة إذا كانت قيمة الأسس الهيدروجيني (PH Value) في الألياف تتراوح ما بين ٣٫٥ ، ٢٫٢ أي عندما تكون الألياف ذات طبيعة حمضية عالية .

والواقع أن الكتب والمخطوطات والوثائق تتعرض في الغالب للوهن الضوئي فقط حيث أن الزجاج العادي في الشبائيك كاف لقطع الأشعة فوق البنفسجية البعيدة .

وتدل الاختبارات التي أجريت على الأوراق التي تعرضت للضوء مدة طويلة من الزمن على أن التلف الذي يحدث للكتب والمخطوطات والوثائق يتضمن حدوث تهتك في سلاسل السيلولوز (Chain Scission)

ويتضح ذلك من حدوث نقص في قوة الشد (Tensile Strength)

وحدوث تأكسد في مركب السليولوز يؤدي الى تكون مجموعات كاربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزئ السليولوز. وكذلك يتضح من زيادة العدد النحاسي للورق (*) (Copper number) • ولا يتوقف تأثير الضوء على طول موجاته فحسب بل أنه يرتبط بعوامل أخرى كثيرة من أهمها :

- ١ - قوة الاضاءة •
- ٢ - مدة التعرض للضوء •
- ٣ - درجة الحرارة •
- ٤ - سمك الورق وكثافته •
- ٥ - تركيب الهواء المحيط بالورق من حيث تركيز غاز الاكسجين وتجدد الهواء والرطوبة النسبية وغازات التلوث الجوي •
- ٦ - درجة التآكل الكيميائي في الورق •
- ٧ - المركبات غير السليولوزية الموجودة في الورق •
- ٨ - المواد المضافة الى الورق مثل المركبات المعدنية الملونة أو المواد الحمضية أو القلوية المستخدمة في صناعة الورق أو المستخدمة في علاجه وترميمه •

ويوجد اصطلاحان على قدر كبير من الأهمية في التعبير عن تأثير الضوء وقياسه :

(*) ينتج عن تأكسد المجموعات الهيدروكسيلية (hydroxyl Groups) وتهدك الروابط الكيميائية التي تربط وحدات الجلوكوز في سلاسل السليولوز تكون مجموعات كاربونيلية (Carbonyl groups) على طول جزئ السليولوز ويقدر عدد المجموعات الكربونيلية التي تكونت من طريق حساب وزن النحاس الذي اختزل من حالة النحاسيك ال حالة النحاسوز بفعل مائة جرام من السليولوز • وهذا ما يعرف بالعدد أو الرقم النحاسي • وسوف نتناول طريقة تعيين الرقم أو العدد النحاسي للورق عند تناولنا لطرق الفحص • والواقع أن العدد النحاسي يتناسب بالتقريب مع عدد المجموعات الكربونيلية حيث أنه يعتمد على الطريقة التي يتم تعيين قيمته بواسطتها ، كما أنه يعتمد على مواقع المجموعات الكربونيلية على طول جزئ السليولوز • والعدد النحاسي أهمية كبيرة لكونه أحد الوسائل التي تستطيع عن طريقها تقدير ما أصاب الورق من تلف نتيجة لتعرضه لتأثير عوامل التلف المختلفة •

الإصطلاح الأول :

(Illumination Value)

وهو شدة أو قيمة الإضاءة .

الإصطلاح الثاني :

(Exposure value)

وهو كمية الإضاءة .

وتعرف شدة الإضاءة بأنها قوة الضوء المرئي كما يبدو لعين الإنسان ووحدة قياسها هو اللوكس (Lux) وهو يساوى تقريباً عشر لومن (Lumen) واللومن هو وحدة انجليزية لقياس الضوء . . ويعبر عن الشدة باللومن/ قدم مربع (Lumen/Ft^2) أو بالشمعة قدم (Foot candle) . . أما كمية الإضاءة فتعتمد على شدة الإضاءة ومدتها أى أنها تساوى حاصل ضرب شدة الإضاءة مقدرة باللوكس فى مدة الإضاءة مقدرة بالساعات ويعبر عنها باللوكس/ساعة (Lux/hour) . . ولما كانت هذه الوحدة صغيرة فإنه يستخدم بدلاً منها عادة الوحدة مليون لوكنس/ساعة ($\text{Million luxhours ML}_{\text{h}}$) . . وهي تساوى على سبيل المثال شدة إضاءة قدرها مائة لوكنس لمدة عشرة آلاف ساعة أو شدة إضاءة قدرها ألف لوكنس لمدة ألف ساعة . . وعلى ذلك يمكن القول بأن شدة الإضاءة مهما بلغت صغيرة إلا أنها قد تحلّت تلقاً كبيراً بمرور الزمن .

وفى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية حيث يراعى عادة أن تكون شدة الإضاءة منخفضة فإننا نجد أن كمية الإضاءة التى تتعرض لها المكتبات تتراوح عادة بين واحد واثنتين مليون لوكنس/ساعة فى السنة الواحدة .

ومن ناحية أخرى فإننا نجد أن للضوء منافع . . فلقد أثبتت التجارب أن الضوء يعوق نمو الفطريات وأنه يطرد الهوام من مخابئها . . ومن وجهة النظر هذه نجد أنه من المستحب أن يغير الضوء كل الأركان وكل المخابئ فى مباني المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية فكلنا يعلم أن أغلب أنواع الحشرات لا تظهر إلا فى الظلام وعندما يحل الليل .

رابعا - المخلفات الصلبة للاحتراق غير الكامل للوقود :

وتوجد فى الجو على هيئة معلقات من جسيمات متناهية فى الصغر . . وفى جو المدن نجد أنها تتكون من الكربون الناتج عن عمليات الاحتراق غير الكامل للوقود . . وهذه المعلقة أو الجسيمات الكربونية تكون عادة لزجة بفعل المواد القطرانية التى تختلط بها وهى المواد التى تتكون فى نفس الوقت نتيجة لعمليات الاحتراق غير الكامل .

وهذا النوع من الشوائب يشتمل بالاضافة الى جسيمات الكربون جسيمات أخرى من الرماد المتخلف عن عمليات الاحتراق وعلى الأثرية دقيقة الجسيمات وعلى جسيمات متناهية في الصغر من الأملاح وخاصة في الأجواء القريبة من البحار .

وتجد أن الجسيمات أو المعلقات التي تنطلق الى الجو من مداخن المصانع بجانب كونها قذرة فانها تمتص وتحمل الغازات الحمضية مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز كبريتيد الهيدروجين بالاضافة الى ذرات من المعادن مثل الحديد . فاذا ما حدث واستقرت على مخطوطة أو كتاب فإن الغازات الحمضية تبدأ في سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تتحول فيها الى أحماض وبذلك ينتهي الأمر الى تلف هذه المخطوطة أو هذا الكتاب . أما الجسيمات المدنية المعلقة من الأتربة والرمال فانها اذا ما استقرت على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فانها تؤدي الى حدوث تلف ميكانيكي كبير لهذه المقتنيات من جراء القوة الميكانيكية التي تنتج عن احتكاكها بأسطح أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التي تستقر عليها .

خاصة - الحرارة :

الحرارة هي إحدى العوامل الثلاثة : الغذاء . الحرارة . الرطوبة اللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة كما أنها من أسباب تكاثر الحشرات . ومن ناحية أخرى فإن الحرارة تسرع بالتلف الكيميائي (Chemical deterioration) للورق والبردى والجلود والمنسوجات بالاضافة الى ذلك نجد أن المواد اللاصقة المستخدمة في تجليد الكتب والمخطوطات كالغراء وعجائن الدقيق (Corn Paste) تفقد قوة اللصق (Adhesion force) بالحرارة لكونها تفقد تماسكها بالجفاف .

وقد ثبت أن أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق تفقد كثيرا من خواصها الفيزيوكيميائية وخاصة تحملها للطى (Folding Endurance) اذا ما تعرضت مدة طويلة لحرارة زائدة . والخواص الفيزيوية - كيميائية كما سنعرف فيما بعد واحدة من الخصائص الهامة التي نستطيع بها قياس مدى ما أصاب الورق من تلف .

وللحرارة الزائدة في أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق أكثر من سبب وأكثر من مصدر فقد تكون ناشئة عن وجود المكتبات في بلاد تتميز بمناخها الحار أو قد تكون ناشئة عن التدفئة الصناعية في البلدان الباردة ، كما أنها قد تنشأ نتيجة لاتباع نظم غير مدروس في ائارة

فترينات العرض أو المخازن .. وقد ثبت أن اثاره فترينات العرض بضوء الكهرباء يرفع الحرارة بدرجة تكفي للاسراع . بالتفاعلات الضوئية كيميائية (Photo chemical reactions) كما ثبت عن طريق قياس الخواص الفيزيوكيميائية أن الحرارة الزائدة تسرع بقدوم الورق والمنسوجات .. وليس الورق وحده هو الذي يتلف بالحرارة الزائدة فقد ثبت أن أوراق البردي والمخطوطات المكتوبة على الحية الأشجار وزحف النخيل تجف بالحرارة وتفقد لمونها وتصبح هشة سهلة الكسر .

وزيادة على ما سبق ذكره فقد ثبت أن الحرارة الزائدة في وجود كميات ضئيلة من الشوائب المعدنية كالحديد والنحاس تسرع بعملية التحلل المائي (Hydrolysis) للسليولوز كما أنها تساعد على أكسده واصابته بالوهن الضوئي (Photo synthesis) الأمر الذي يؤدي الى اصابة الأوراق بتلف شديد .

والواقع أن حفظ مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية في درجات حرارة منخفضة وفي وجود كمية صغيرة من الرطوبة يقلل من احتمالات التلف .. وقد ثبت أنه يمكن اضافة عمر طويل جدا للكتب والمخطوطات المصنوعة حتى من أردأ أنواع الورق اذا ما تجنبنا تعريضها لتأثير الحرارة الزائدة .

سادسا - الرطوبة :

كما هو الحال بالنسبة للحرارة والضوء نجد أن للرطوبة أيضا فوائد ومضار ، فقليل من الرطوبة مفيد ولازم لحفظ لدونة الورق وغيره من المواد المصنوعة منها مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .. أما الرطوبة الزائدة (Excessive moisture) فلها مضار عديدة .. ولقد أثبتت التجارب والملاحظات العامة أن الجفاف أو القليل من الرطوبة يحول الورق الى أجسام هشة ، أما الرطوبة الزائدة فانها تسبب نمو العفن والفطريات التي تصيب الورق بأضرار بالغة .. وفي نفس الوقت فإن المخطوطات المكتوبة على الحية الأشجار وزحف النخيل تتجعد وتتكرمش اذا ما توالى تعرضها للرطوبة الزائدة ثم للجفاف .. أما الجلود فانها تصاب بالفطريات والعفن وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة اذا ما تعرضت للرطوبة الزائدة بينما نجد أنها تتحول الى ما يشبه القطران اذا ما تعرضت لمدة طويلة للجفاف الزائد وهي الحالة التي وجدت عليها الجلود التي عثر عليها في بعض المقابر المصرية القديمة .

سابعاً - عوامل التلف البيولوجي :

لقد تمكن المتخصصون في دراسة ومقاومة الحشرات من تحديد أكثر من سبعين جنساً من الحشرات التي تهاجم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وقاموا بدراسة أنسب الظروف لانتشارها وتكاثرها أما الكائنات الحية الدقيقة فإنها توجد متحصلة في الهواء الجوى ولكنها تنمو فقط على المواد العضوية ومن بينها بطبيعة الحال الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سواء كانت مصنوعة من مواد سليولوزية أو مواد بروتينية عندما تتواجد بها الكمية المناسبة من الرطوبة ٠٠ ومن وجهة النظر هذه يمكن القول بأن الرطوبة الزائدة (high or excessive humidity) التي تتميز بها المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية هي من أعدى أعداء هذا النوع من المقتنيات الثقافية والحضارية ٠٠ ومن هذه الحقائق نستطيع أن نقول بأن التحكم في كمية الرطوبة النسبة في أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وجعلها في الحدود المأمونة (من ٥٥ - ٦٥٪) هي من أنجح الوسائل لمقاومة الفطريات وبعض الأنواع الأخرى من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وبالإضافة إلى ذلك يمكن بطبيعة الحال استخدام الأنواع المناسبة من المبيدات الفطرية ٠٠ وسوف نتناول فيما بعد في باب مستقل الدور الذي تقوم به الحشرات والكائنات الحية الدقيقة في إتلاف الكتب والمخطوطات والوثائق .

ثامناً - الهوام والحيوانات القارضة :

الهوام حشرات متلفة وكريهة يكثر تواجدها في دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية وتصب مقاومة .

ومن وجهة نظر القائمين على صيانة الكتب والمخطوطات والوثائق تنقسم الهوام إلى قسمين :

القسم الأول : ويشمل الهوام الدائمة الإقامة في دور الكتب والأرشيف والوثائق .

القسم الثاني : فيشمل الهوام الزائرة .

ومن النوع الأخير تلك الهوام غير المحلية التي تدخل إلى بلد ما بطريقة أو بأخرى وتلك الأنواع التي تعيش في الأركان المهجورة والمظلمة من المباني ثم تتجمع وتقوم بقزو الكتب والمخطوطات والوثائق الموضوعة على الأرفف أو المحفوظة داخل الدواليب والخزائن .

أما الحيوانات القارضة فتشمل عددا كبيرا من الحيوانات الا أن أخطرها بصفة عامة على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق هو الفئران .. ويوجه الآن أكثر من ثلاثمائة فصيلة من الفئران تنتشر انتشارا واسعا في جميع أنحاء العالم .

وتتلخص خطورة الفئران في أنها اذا أحكمت سيطرتها على مبنى من المباني وخاصة المباني القديمة فانه يصعب إبادتها خاصة وأنها تختبئ في الأماكن المعزولة وفي الشقوق والفجوات ..

وبالرغم من ذلك فاننا نجد أنها تفضل أن تضع صغارها في الأماكن المفتوحة والمضيئة نسبيا مثل خزانات وأرفف الكتب . وتلتهم الفئران جميع المواد التي تتيسر لها من ورق وبردى ورق وجلد فضلا على أنها تتلف ما يتبقى منها بإفرازاتها القذرة .. ولذلك يجب عدم التواني في إبادتها والتخلص من أخطارها .

تاسعا - الأحماض الحرة :

الأحماض الحرة هي المسدود للدود للكتب والمخطوطات والوثائق وليست هناك مكتبة عامة أو دارا للأرشيف والوثائق التاريخية تخلو مقتنياتها من الأحماض .. وبالرغم من أن القائمين بأعمال علاج وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق يعلمون تماما مدى الخطورة التي تتعرض لها هذه المقتنيات بفعل الأحماض الا أنهم في كثير من الحالات وبما لديهم من إمكانيات يعجزون عن مجابهة أخطارها وذلك لأن أسباب إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض وإن كانت معروفة الا أنه يصعب التحكم فيها أو السيطرة عليها .. وفي حالات كثيرة نجد أن الورق على سبيل المثال يكتسب الحموضة الزائدة أثناء عملية تصنيعه وقبل أن يصبح مخطوطا أو كتابا .. وتتلخص خطورة الأحماض في أن التلف الناشئ عنها لا يمكن ادراكه بسهولة الا بعد أن يستشري الخطر وتظهر علامات التلف بطريقة تلفت النظر إليها .

ومصادر الأحماض التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية كثيرة الا أن أهم مصادر إصابة الورق بالأحماض هي غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود كشائبة غازية في أجواء المدن ومادة اللجنين وهي إحدى المكونات الأساسية غير السيلولوزية للأخشاب المصنوع منها معظم الأوراق المستخدمة قديما وحديثا وكذلك الشبب والقفلونية وهما المادتان المستخدمتان عادة في ربط وصقل ألياف الورق أثناء تصنيعه والمواد الكيميائية المستخدمة في عمليات تبييض لب الورق وأحبار الحديد التي استخدمت قديما في الكتابة .

أما الجلود فإنها تصاب بالأحماض بفعل المواد الكيميائية المستخدمة في التصنيع وبفعل غاز ثاني أكسيد الكبريت الموجود كشائبة غازية في جو المدن ٠٠ ومن حسن الحظ فأننا نجد أن الرق وبسبب طبيعته القلوية يقاوم تأثير الأحماض ٠

ولقد سبق أو ذكرنا أن غاز ثاني أكسيد الكبريت وحده حتى ولو كانت نسبة تواجده في الجو كبيرة لا يضر بالكتب والمخطوطات والوثائق إلا في وجود كمية ضئيلة جدا من النحاس أو الحديد وهي العوامل المساعدة التي تسهل عملية تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الماء الموجود في الجو على هيئة رطوبة ليتكون بذلك حمض الكبريتيك الذي يتلف المواد السيلولوزية والبروتينية ويحولها الى مواد هشة جدا تتفتت بمجرد لمسها باليد أو على الأقل يتسبب في بقع صفحات الكتب والمخطوطات ببقع غامقة اللون كثيفة المنظر لا يمكن التخلص منها بسهولة ٠

ويهمني أن أنوه في هذا الصدد أنه لا يشترط لحدوث التلف وجود كمية كبيرة من الأحماض فالواقع أن وجود الأحماض حتى ولو بنسبة ضئيلة يترتب عليه حدوث تلف كبير مع طول الزمن ٠٠ ومن هذا لابد لنا أن نقول أن الكشف عن وجود الأحماض والتخلص منها يجب أن يكون من أهم الأعمال التي يجدر أن تنال عظيم اهتمام القائمين بأعمال العلاج والصيانة ٠

ويعبر عن كمية الأحماض الموجودة بالورق والجلود وغيرها بقيمة الأس الهيدروجيني السالب الذي يطلق عليه بالانجليزية تعبير (PH Valve) وتوجد أكثر من طريقة وأكثر من جهاز لقياس قيمة الأس الهيدروجيني السالب سوف نتناولها بالتفصيل فيما بعد عند الحديث عن طرق فحص الكتب والمخطوطات والوثائق ٠ والمصدر الأساسي للحموضة في الأوراق الحديثة هو الشب (alum) التي تستخدم في صناعة الورق لترسيب القلونية (Rosin) وهي المادة التي تقوم بربط وصقل ألياف الورق كما أنها تساعد على التصاق المواد المائلة (Loading materials) بالألياف ٠٠ ولذلك نجد أن الأوراق الحديثة تصاب بالتلف سريعا ويتغير لونها وتفقد صلابتها نتيجة لاستعمال الشب والقلونية في صناعتها ٠

ومن ناحية أخرى فإن الأحبار المستخدمة في الكتابة وخاصة أحبار الحديد تزيد من حموضة الورق ٠٠ ولهذا نلاحظ أن الكثير من الأوراق القديمة قد تشقت وفقدت تماسكها حول الكتابات ٠٠ وفي حالة حبر عفس الحديد (Iron gall ink) وهو من الأحبار الشائعة الاستعمال في الأزمنة القديمة نجد أن الأوراق التي استخدم في الكتابة عليها قد تشقت

وتبقعت وفقدت تماسكها وصلابتها بسبب حمض الكبريتيك الذى ينتج عن التفاعل بين كبريتات الحديدوز وحمض العفص (gallic acid) وحمض التانيك (Tannic acid) وهى المواد المستخدمة فى صناعة هذا النوع من الأحبار ٠٠ وبالإضافة الى تهتك المواضع التى تقع تحت الكتابات مباشرة بفعل حمض الكبريتيك الذى يتكون نتيجة للتفاعل المشار اليه ، فان هذا الحمض ينتشر حول الكتابات حتى يغطى سطح صحيفة الورق بأكملها ويتلفها ، بل نجد أنه ينتشر خلال الصفحات الملاصقة ويستمر فى الانتشار حتى يتلف المخطوطة أو الكتاب بأكمله .

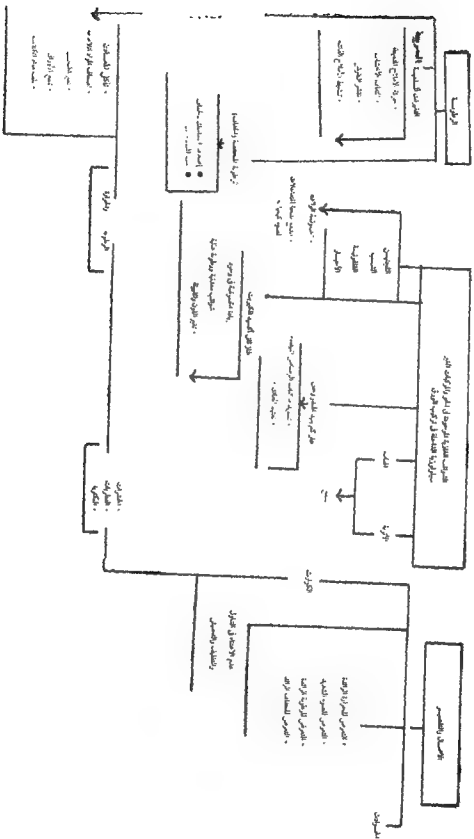
وثمة سبب آخر لاصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالأحماض هو مادة اللجنين (Lignin) وهى المادة الراتنجية اللاصقة التى توجد بنسبة كبيرة فى الأخشاب التى تستخدم فى صناعة الورق والتى توجد بكمية كبيرة فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood Paper) ٠٠ وحتى الأوراق الحديثة التى تمر عجائنها بمراحل كثيرة من المعالجات الكيميائية تظل محتوية على اللجنين وان كان بنسبة صغيرة وخير مثال على التلف الناجم عن وجود اللجنين أوراق الجرائد التى نجد أنها تتبقع وتفقد بعض صلابتها بعد مضي وقت قليل ٠٠ والسبب فى ذلك هو قابلية اللجنين الكبيرة للتأكسد وحساسيته الفائقة للضوء حيث يتحلل بفعل هذه العوامل الى مادة الفانيليا (Vanilin) ويتكون فى نفس الوقت كنواتج ثانوية (by-Product) بعض الأحماض العضوية التى تزيد من حموضة الورق ٠٠ ولذلك يجب تنقية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق من مادة اللجنين ٠٠ وسوف نتناول ذلك فيما بعد بالتفصيل عند الحديث عن طرق علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

ومن سوء الحظ أن نجد أن الأحماض فى الورق مثلها فى ذلك مثل الأحماض فى الأحبار تنتشر بسرعة من الأوراق التى تحتويها الى الأوراق الخالية منها ما دامت ملاصقة لها ، وعلى ذلك يجب حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الفاخرة من الورق والتى استخدم فى كتابتها حبر الكربون ٠٠ أى تلك التى لا تحتوى على الأحماض

بالكمية المتلفة ، بعيدا عن الكتب والمخطوطات والوثائق المصنوعة من الأنواع الرديئة من الورق والتي استخدم في كتابتها أحبار الحديد وهي الأنواع التي تحتوى بطبيعتها على كمية كبيرة متلفة من الأحماض .

وهذه القاعدة يجب أن تراعى أيضا عند تجليد أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق النادرة أذ يجب اختيار الخامات الخالية من الأحماض حتى لا تنتشر أو تنسرب إليها الأحماض الحرة الزائدة في الأنواع الرديئة من مواد التجليد والتغليف الى الكتب والمخطوطات والوثائق فتتلفها .

وفي النهاية يمكن تلخيص أسباب تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمتاحف في الجدول الآتي :



الأسس العلمية لعلاج وترميم الورق البردى

سبق أن تكلمنا بشيء من الإيجاز عن أهم أسباب تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينها بطبيعة الحال المقتنيات المصنوعة من المواد السليولوزية وهى الورق والبردى وسوف نتناول فى هذا الفصل من الكتاب العوامل التى تتحكم أو تؤثر على مقاومة الورق والبردى لمسببات التلف . . . ونعنى بها العوامل التى تؤثر على مقدره الورق والبردى على الاحتفاظ بخواصهما الطبيعية والكيميائية . . . وسوف نحاول كذلك توضيح الكيفية التى تتفاعل بها المواد السليولوزية مع مسببات أو عوامل التلف حتى نستطيع على ضوءها تهيئة أنسب الظروف واختيار أجدى الوسائل للمحافظة على هذا النوع من المقتنيات الحضارية .

ولما كانت صناعة أوراق البردى والمادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر العصور الطويلة التى استمرت فيها صناعة أوراق البردى فسوف نتخذ الورق بمفهومه الحديث أساساً لمناقشة العوامل التى تؤثر على درجة حفظ المقتنيات الثقافية والحضارية المصنوعة من المواد السليولوزية .

وسوف نتضح لنا من خلال المناقشة كيفية تلف أوراق البردى والعوامل التى تتحكم فيها بوصفها مصنوعة من الأخرى من مواد سليولوزية .

والواقع أن المواد الخام المستخدمة في صناعة الورق بل وطريقة الصنع ذاتها تعتبر من أهم العوامل التي تؤثر على مقدرة الورق للمقاومة عوامل التلف ، لذلك سوف نلقى بعض الضوء على نشأة وتطور صناعة الورق والمواد الخام المستخدمة حتى نستجلى طبيعة وكيفية التلف الذي تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالي :

حتى منتصف القرن التاسع عشر تقريبا كانت تستخدم الحرق القطنية والكتانية في صناعة الورق بطريقة يدوية ٠٠ ولما كانت الحرق القطنية والكتانية تحتوي على أكثر من ٩٠٪ من السليولوز وحوالي ٢٪ من الماء ، لذلك نجد أن الأوراق المصنوعة منها تعتبر من أكثر أنواع الورق متانة ومن أعظمتها مقدرة على الاحتفاظ بالخواص الكيميائية والطبيعية ، خاصة وأنه كان يستخدم لصقلها وربط أليافها الجيلاتين ٠٠ أي أنها تعتبر مصنوعة من سليولوز خالص نقي .

ومع تطور نشر الكتب والصحف لم يعد الورق المصنوع من الحرق القطنية والكتانية كافيا ، ولهذا استحدثت طرق أخرى للحصول على السليولوز اللازم لصناعة الورق من الأخشاب ٠٠

وفي عام ١٨٤٠ اكتشف كيلر (Keller) في ألمانيا إمكانية صناعة أنواع الورق المختلفة من الأنواع الطرية من الأخشاب عن طريق طحنها طحنا ميكانيكيا بواسطة أنواع خاصة من الطواحين ٠٠ ولقد انتشر الورق المصنوع بهذه الطريقة والذي يطلق عليه اسم الورق المصنوع من الخشب المصحون (ground Wood paper) انتشارا واسعا كبديل رخيص للثمن لأنواع الورق التي كانت تصنع من قبل من الحرق .

ولما كانت الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون تظل محتفظة بنسبة كبيرة من المركبات غير السليولوزية التي تدخل في تركيب الأخشاب المصنوعة منها وبصفة خاصة مادة اللجنين Lignin الذي تتراوح نسبته وجوده ما بين ١٧ ، ٣٠ ٪ فائنا نلاحظ أن هذه الأنواع من الورق تكون ذات قابلية كبيرة للتأثر بالحرارة والهواء الجوي وما به من شوائب غازية وبأشعة الشمس وما بها من أشعة فوق بنفسجية ، ونجد أن لونها يتغير بسرعة كبيرة الى اللون الأصفر كما أنها تتبقع ببقع داكنة بنية اللون فضلا عن كونها تفقد متانتها وتتحول سريعا الى أجسام هشة .

وفي السنوات الأخيرة وبعد أن ظهرت عيوب الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون وبعد أن أمكن معرفة الأسباب التي تجعل بثلغه تغير أسلوب صناعة الورق وأصبح الخشب المستخدم يعالج بعد صحته معالجة كيميائية لاستخراج المركبات غير السليولوزية أو التقليل من نسبة

وجودها خاصة بعد أن ثبت أنها العامل الرئيسي في تلف الورق ٠٠ وكانت هذه المعالجة هي الخطوة الأولى في عمليات إنتاج ما يعرف الآن باسم لب الورق الكيميائي (Chemical paper pulp) .

وتستخدم عدة طرق للحصول على السليولوز في الصناعة وتعتبر طريقة الكبريتيك من أكثر هذه الطرق انتشارا ٠٠ وبحسب هذه الطريقة يطبخ الخشب المصحون أو المقطع قطعاً صغيرة جداً تحت ضغط عال في قزانات كبيرة يبلغ حجم الواحد منها حوالي ٣٠٠ م^٣ أو أكثر مع محلول بيكبريتيت الكالسيوم $(Ca(HSO_3)_2)$ فيتحلل الخشب وينوب جزئياً في المحلول ويتبقى السليولوز الموجود به على صورة كتلة من الألياف ٠٠ وعند نهاية عملية الطبخ تدفع محتويات القزان إلى مصفاة ضخمة عبارة عن خزان من الخرسانة له أرضية من البلاط المثقب ٠٠ وهناك يفصل السليولوز من المحلول ثم يفصل بالماء ويمصر في مكابس ويجفف ويرسل بعد ذلك إلى مصانع الورق .

وعندما يصل لب الورق المجهز كيميائياً إلى مصانع الورق فإنه يوضع في أحواض كبيرة الحجم مملوءة بالماء ويقلب جيداً حتى يتحول السليولوز إلى هيئة معلق في الماء (Suspension) نسبته تتراوح ما بين ٢ ، ٣٪ ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقاً جيداً إلى أن يتحول إلى ألياف دقيقة الحجم جداً ويفصل عدة مرات بالماء حتى يصير نظيفاً ٠٠ ينقل السليولوز بعد ذلك إلى قزانات دوارة ويخفف بالماء وتضاف إليه المواد الرابطة (Loading materials) والمواد المائلة (Sizing materials) ثم يصفى الماء ويسحق السليولوز سحقاً جيداً إلى أن يتحول إلى ألياف يصل المزيج إلى القوام المناسب ٠٠ وأخيراً يدفع المزيج إلى الماكينات لتشكيل صحائف الورق .

والواقع أن مراحل المعالجة الكيميائية التي يمر بها الخشب المصحون إلى أن يتحول إلى لب الورق الكيميائي (Chemical paper pulp) تفيد كثيراً في إزالة معظم المكونات غير السليولوزية للخشب ، وبذلك يتخلص الورق المصنع من مسببات التلف التي كان يتعرض لها الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، إلا أن المواد المائلة كالطين والطيناشر وكذلك المواد الرابطة وخاصة القلوية التي يتطلب استخدامها استعمال شرب البوتاس وأيضاً المواد البيضاء والمواد المعدنية الملونة مثل أكسيد التيتانيوم ، وجميعها يضاف إلى لب الورق الخام بفرض اكساب الورق المصنع صفات طبيعية تناسب الأغراض التي سوف يستعمل فيها ، تشكل مصادر تلف جديدة للورق فبعضها يسبب أكسدة السليولوز

والبعض الآخر يزيد من حموضة الورق ، أما النوع الثالث فيقوم بدوره كعامل مساعد لتحويل الشوائب الغازية الموجودة في الجو الى أحماض .

وعلى ذلك يمكن القول بأن مدى مقاومة الورق لعوامل التلف تتوقف الى حد كبير على طريقة صنعه وعلى المواد الخام المستخدمة فى صناعته ، وحتى قبل أن يصبح مخطوطة أو كتابا ، الأمر الذى يشكل صعوبة كبيرة أمام القائمين بأعمال علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

وبصفة عامة يمكن القول بأن مسببات تلف الورق سواء كان مصنوعا بطريقة يدوية من الخشب المصحون أو كان مصنوعا بطريقة آلية من لب الورق الكيميائى هي :

١ - التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة .

٢ - التعرض المستمر لضوء الشمس وما به من أشعة فوق بنفسجية .

٣ - التعرض اليومي للهواء وللشوائب الغازية الموجودة فى أجواء المدن نتيجة لاحتراق الوقود .

والواقع أن جميع هذه المسببات والكيفية التى تتفاعل بها مع الورق هي العوامل الرئيسية التى تحكم عمليات علاج وصيانة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق ولذلك سوف نتناولها بالتفصيل وذلك على النحو التالى :

أولا - التغيرات المستمرة فى محتوى الورق من الرطوبة :

الألياف السليولوزية بطبيعتها متبعية (Hygroscopic) وهذا يعنى أنها ذات قابلية كبيرة لامتصاص الماء من الأجواء المحيطة .

وتعتمد كمية الماء الممتصة ليس فقط على الرطوبة النسبية (Relative Humidity) فى الجو ولكنها تعتمد كذلك على درجة حرارة الهواء المحيط بالكتب والمخطوطات .

وتتغير الخواص الفيزيائية والفيزيوميكانيكية للورق تغيرا ملحوظا بتغير محتوى الورق من الرطوبة ، فالرطوبة تزيد من لدونة الورق كما أنها تسبب فى ارتخاء وضعف الروابط التى تربط بين الألياف السليولوز (Inter fiber bonding) ولهذا نجد أن للرطوبة تأثيرا كبيرا على الخواص الفيزيية - ميكانيكية للورق مثل خاصية تحمل الورق للشد (Tensile strength) ومقاومة الورق للشد أو المط .

وأيضا مقاومة الورق للتمزق (Tearing strength) ٠٠ والواقع أن معظم الخواص الطبيعية للورق تتغير زيادة أو نقصا بالزيادة أو النقص في محتوى الورق من الماء الحر أي أنها تغيرات عكسية (Reversible) وعلى سبيل المثال فاننا نجد أن عدد مرات الطي المزدوجة التي تؤدي إلى كسر الورق تزيد بزيادة محتوى الورق من الرطوبة وتقل بقلته ٠٠ وفي نفس الوقت فإن التغيرات التي تحدث لبعض خواص الورق عند درجات الرطوبة العالية وخاصة بريق ولعان الورق (Gloss) تكون غير عكسية

(Irreversible) فقد ثبت أن بريق الورق ينطفيء نهائيا عندما يتعرض الورق لتأثير درجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٥ ٪ ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن السليولوز يتحلل مائيا بتأثير محاليل الأحماض التي تتكون نتيجة لتعرض الورق الذي يحتوي على كمية كبيرة من الرطوبة وبعض الشوائب المعدنية لتأثير الغازات الحمضية التي توجد عادة كشوائب غازية في أجواء المدن .

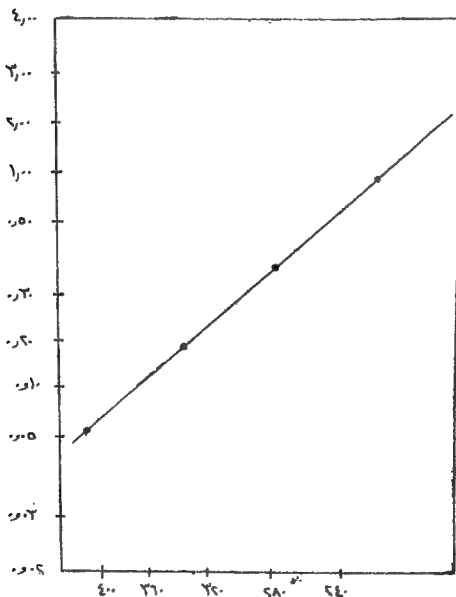
ومما لا شك فيه أن تعرض الورق لدرجات رطوبة عالية ولاشعة الشمس وما بها من أشعة فوق بنفسجية يساعد كثيرا على تحلل السليولوز ٠٠ وسوف نتناول الكيفية التي يتحلل بها السليولوز بعد مناقشة بقية أسباب تلف الورق .

ثانيا - التعرض المستمر للضوء :

لقد ثبت من بعض الدراسات التي أجريت في هذا المجال أن السليولوز لا يمتص الضوء المرئي ولهذا السبب يعتقد بعض الدراسين أن السليولوز لا يتأثر بالأشعاعات الضوئية التي تزيد أطوال موجاتها عن ٤٠٠ ملليميكرن، إلا أن لوزر وويلسون (Launer and Wilson) قد أثبتا أن السليولوز يتأثر بالأشعاعات الضوئية التي تتراوح أطوال موجتها ما بين ٣٣٠ ، ٤٤٠ ملليميكرن ، وكذلك أثبت كل من ريشتر وكولر (Richter and Kohler) أن السليولوز يتأثر بالأشعاعات الضوئية التي تتراوح أطوال موجاتها ما بين ٤٠٠ ، ٤٦٠ ملليميكرن ومن ناحية أخرى نجد أن بعض الدارسين ومن بينهم روبرت فيلر (Robert Feller) يرون أن السليولوز نفسه لا يمتص الضوء المرئي وتجدهم يعتقدون أن المواد الرابطة الداخلة في تركيب الورق مثل الفراء والقلونية وكذلك المركبات غير السليولوزية مثل اللجنين هي التي تمتص الضوء البنفسجي والأزرق مما يؤدي إلى وهن الورق ويجعله أكثر عرضة للتلف بفعل الضوء .

ولما كانت طاقة الضوء تنخفض كلما كبر طول موجة الاشعاعات الضوئية فان معدل التلف يزداد كلما قصر طول الموجة .. ولقد أثبت معهد المايرة الأمريكي ان نسبة تلف الأنواع قليلة الجودة من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٨٠ ملليميكرون الى نسبة تلف نفس الأنواع من الورق بفعل اشعاعات ضوئية طول موجتها ٤٠٠ ملليميكرون تبلغ ١ : ١٠ .

ولقد قام روبرت فيلر بدراسة المعدلات النسبية للتفاعلات الضوء كيميائية مقارنة بأطوال موجات الاشعاعات الضوئية ووجه انها تزداد بشدة كلما قصر طول الموجة وعلى النحو المبين في المنحنى الآتي :



التعرض اللازم لاجداث التلف :

لقد أثبت ريشتر (Richter) أن الورق يتعرض لتلف شديد عندما يقع تحت تأثير ضوء الشمس لمدة تتراوح ما بين خمسين ومائة ساعة . وهذا يعنى بالقياسات الضوئية أن الورق يتلف بشدة عندما يتعرض لاضاءة شدتها تتراوح من ٤٠٠.٠٠٠ إلى مليون شمعة/قدم/مربع/ساعة (Foot Candle hours) وعلى أية حال فاننا نجد أنه من الخطأ تعميم ما انتهى اليه ريشتر على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية أو على معروضات المتاحف وذلك على أساس أن تعرض الورق لاشعة الشمس مباشرة سوف يؤدي إلى رفع درجة حرارته ، ونحن نعلم أن الحرارة والرطوبة لهما تأثير كبير على معدل التلف الذي يتعرض له الورق .

وبصفة اجمالية اتفقت معظم الدراسات التي أجريت في هذا الصدد على أنه لا يجب أن تزيد شدة الاضاءة عن ١٥٠ لوكس (Lux) بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق التي لا تحتوى على أية أصباغ والا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة .

ومن ناحية أخرى لا يفوتني أن أتوه الى الدراسات القيمة التي قام بها كل من لورنر وويلسون وستلنجنز وفان نوستراند والتي انتهوا فيها الى القول بأن تعرض الورق للضوء يؤدي الى اصابته بالوهن ، الأمر الذي يزيد من معدل التلف الذي يصيبه بفعل عوامل أخرى حتى ولو أبعدناه بعد ذلك بالتخزين عن دائرة التأثير المباشر للضوء .

العوامل الداخلية والخارجية التي تؤثر في تلف الورق بفعل الضوء :

من الثابت الآن أن الأنواع الجيدة من الورق التي تتكون في مجملها من سليولوز نقي لا تتأثر بدرجة كبيرة بفعل الضوء ، أما الأنواع الأخرى فتختلف في درجة تأثرها بالضوء حسب طريقة صنعها وحسب المركبات غير السليولوزية الداخلية في تركيبها سواء كانت هذه المركبات موجودة أصلا في المواد الخام المستخدمة في صناعة الورق أو كانت مركبات كيميائية مضافة الى المواد الخام أثناء عملية التصنيع .

ولقد ثبت من الدراسات التي قام بها لورنر وويلسون أن قابلية الأنواع المختلفة من الورق للتلف بفعل الضوء تتناقص من الورق المصنوع من الخرق الجديدة (new rags) الى الورق المصنوع من لب الكبريتيت المنقى الى الورق المصنوع من الخرق القديمة الى الورق المصنوع من لب الكبريتيت والصودا (Sola Sulphite pulp) الى ورق الجرائد . وفي

هذا المضمار نجد أن الورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground Wood paper) والذي يحتوى على كمية كبيرة من اللجنين هو أكثر أنواع الورق تأثرا بالضوء .

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الأوراق المصبوغة تكون أكثر عرضة للتلف من الأوراق الخالية من الأصباغ ، كما أن الأوراق التى تحتوى على مواد رابطة وخاصة القلقلونية تكون أكثر تأثرا بالضوء من تلك التى لا تحتوى على مثل هذه المواد الرابطة .

وفي هذا المجال فقد أثبت كل من لونر وويلسون أن وجود أحماض حرة بالورق تزيد من قابليته للتأثر بالضوء ، كما أنهما قد أثبتا أن تهتك أو تكسر الروابط الكيميائية فى جزئ السليولوز بفعل الضوء وخاصة الأشعة فوق البنفسجية القريبة Near ultra violet radiations يتطلب وجود كمية كافية من الأكسجين وبخار الماء .

اصفرار وقصر لون الورق بفعل الضوء :

سبق أن ذكرنا أنه بينما ينتج عن التحلل بالضوء Photolysis الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية Far ultraviolet radiation اصفرار فى لون الورق فإنه ينتج عن الوهن الضوئى الذى يتم بفعل الأشعة فوق البنفسجية القريبة (Near ultra violet radiation) والضوء المرئى قصير الموجة (الأزرق والبنفسجى) قصر للون الورق . والواقع أننا نجد أن كلتا العمليتين تجريان فى نفس الوقت .

ولقد أثبت كل من لونر وويلسون أنه يحدث اصفرار فى لون الورق أو تهتك فى الروابط الكيميائية فى جزئ السليولوز عندما ترتفع درجة حرارة الورق أثناء تعرضه للضوء بينما يحدث قصر للون الورق بفعل الضوء عند درجات الحرارة المنخفضة أو العادية . وأن النتيجة النهائية تتوقف على كون الورق قد تعرض لفعل الضوء والحرارة أو بفعل الضوء فقط .

وبنما يختص بالورق الذى يحتوى على اللجنين نجد أنه يتعرض لحدوث اصفرار فى لونه عندما يتعرض للضوء حتى ولو حدث هذا عند درجات الحرارة العادية .

وبالنسبة للورق المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون والذي يحتوى على اللجنين فقد أثبت كل من نولان وفان أكر (Nolan and Van Akker) أنه يتعرض لحدوث قصر للونه عندما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أكثر من ٣٨٥ ملليميكرون بينما يتعرض

لحدوث اصفرار في لونه عندما يقع تحت تأثير اشعاعات ضوئية طول موجاتها أقل من ٣٨٥ ملليمكرون .

ومن ناحية أخرى فقد وجد كل من لوتر وويلسون أن الأوراق التي اصفر لونها بفعل الحرارة يمكن أن تجري لها عملية قصر اللون أى تبييض (Bleaching) بتعريضها للضوء ، ولكنهما عادا وأوصيا بعدم الاتجاه الى هذه الطريقة وذلك على أساس ما ثبت لديهما ولدى غيرهما من الباحثين من أن تعريض الورق للضوء يتسبب في اضعاف وتهتك الألياف السليولوزية .

تلف المواد الرابطة بفعل الضوء : (Deterioration of Size)

لقد أثبت كل من هيرتزبرج وزيريوف (Hertzberg and Zierehoff) أن المواد الرابطة المستخدمة في صناعة الورق تتأثر بفعل الضوء وخاصة الضوء البنفسجي والأزرق والأصفر . أما الضوء الأحمر فقد ثبت لديهما أنه أقل تأثيرا . ومن ناحية أخرى فقد أثبت ريشتر أن القلونية والنشا أكثر حساسية للتأثر بالضوء من الفراء .

ومن هذا كله نخلص الى القول بأن الأنواع الجيدة من الورق والتي تصنع عادة من السليولوز النقي تعتبر أقل أنواع الورق تأثرا بالضوء وإن وجود اللجنين والقلونية وغير ذلك من المركبات غير السليولوزية تؤدي جميعها الى الاسراع بتلف الورق بفعل الضوء وأن مكونات الضوء ذات التأثير الكبير على الورق هي الاشعاعات الضوئية قصيرة الموجة وخاصة الأشعة فوق البنفسجية البعيدة وأن تعريض الورق للضوء يؤدي الى اصابته بالوهن الأمر الذي يتسبب في الاسراع بتلفه بفعل عوامل التلف الأخرى وأن معدلات التلف بفعل الضوء تزداد كثيرا عند درجات الحرارة المرتفعة وعند وجود غاز الأكسجين والرطوبة .

ثالثا - التعرض اليومي للهواء وللشوائب الغازية الموجودة في الجو :

تعرض الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للتلف نتيجة لتعرضها اليومي للهواء بفعل عاملين هما :

١ - الاتربة والمواد الأخرى المعلقة (Aerosols) التي تتناثر في الجو من مداخن المصانع نتيجة للاحتراق غير الكامل للوقود وكذلك جسيمات الأملاح التي تتناثر في أجواء المدن القريبة من البحار .

٢ - أكسجين الهواء والغازات الحمضية التي تنتج عن احتراق الوقود والتي توجد عادة كشوائب غازية في أجواء المدن الصناعية .

وسوف نتناول هذه العوامل بإيجاز وذلك على النحو التالي :

الأتربة والمواد العالقة في الهواء :

تتميز الأوراق القديمة بسطوحها الخشنة المغطاة بالشعيرات الكثيرة .. ولذلك فانه من السهل جدا التصاق الأتربة والمواد العالقة الأخرى بهذه السطوح .

وتتكون المواد العالقة من التراب دقيق الحبيبات الذى يتركب عادة من سليكات الألومنيوم $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ والرمل الناعم وكذلك السناج وحبيبات القار أو الهيدروكربونات الثقيلة في أجواء المدن الصناعية وكلوريد الصوديوم في أجواء المدن الساحلية .. وتنجذب الأتربة وغيرها من المواد العالقة الى الورق بواسطة الشعيرات السطحية ثم تتمركز في المسافات الكائنة بين الألياف وكذلك في المساحات الفائرة والثغوب الشعرية ، وذلك بمعاونة الغشاء الدهنى الذى يلف معظم الأتربة وغيرها من المواد العالقة في الهواء .. ولا تتسبب هذه المواد العالقة بسطح الورق في تشويه مظهره فحسب بل انها أيضا تشجع الكثير من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها .. وبالإضافة الى ذلك فان الأتربة التى يسخل في تركيبها الكيميائى عناصر معدنية كالحديد تقوم بلمور العوامل المساعدة التى تحول الشوائب الغازية الموجودة فى الجو الى أحماض خاصة فى وجود نسبة عالية من الرطوبة .. ولذلك فانه من الواجب تنظيف الأوراق من هذه الجسيمات العالقة حتى تستعيد مظهرها النظيف اللائق وحتى لا تتعرض للاصابة بالحشرات أو الكائنات الحية الدقيقة أو بالحموضة الزائفة .

أكسجين الهواء والشوائب الغازية الحمضية :

فى الظروف العادية لا يؤثر أكسجين الجو تقريبا على السليولوز ولكن تأثيره يزداد فى الوسط القاعدى وعند درجات الحرارة المرتفعة .. وقد ثبت أن الأكسجين يؤكسد السليولوز فى وجود الضوء ويتسبب فى اضعافه وطراوته .

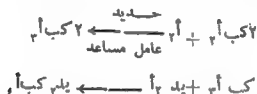
أما بالنسبة لغازات التلوث الجوى فان أكثرها خطورة على الكتب والمخطوطات والوثائق هو غاز ثانى أكسيد الكبريت اذ أنه يتأكسد الى

حمض الكبريتيك بفعل بخار الماء وأكسجين الهواء الجوى • ويتفاعل حمض الكبريتيك بدوره مع الورق ويضعفه بل يحوله الى مادة هشة يصعب تناولها ••

وبالإضافة الى ذلك فقد ثبت أن عمليات الوهن الضوئى التى تحدث للورق اذا ما تعرض لتأثير الضوء تزداد كثيرا اذا ما زادت حموضة الورق بفعل الشوائب الغازية الحمضية ••

وقد وجد أنه اذا بلغت قيمة الأس الهيدروجينى المسالب (PH value) (*) للورق ٤ فان هذه الحموضة تكون كافية لاتلافه بمرور الوقت •

ولما كان الحديد يساعد على سرعة تحول غاز ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك طبقا للمعادلة :



فانه يلاحظ أن الكتب والمخطوطات والوثائق الملائمة للأجسام المعدنية تتعرض للتلف بسرعة كبيرة جدا كما أن وجود الأتربة لاحتوائها على مركبات معدنية يساعد هو الآخر على سرعة تحول ثانى أكسيد الكبريت الى حمض الكبريتيك ولذلك فان تعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لهواء المدن الصناعية فى وجود الأتربة يقضى عليها بسرعة كبيرة جدا الأمر الذى يوجب حفظها فى خزانات مغلقة بعيدا عن التأثير المدمر لهذا الغاز •

- PH Value is the logarithm of the reciprocal of the hydrogen ion concentration $[H^+]$

$[H^+] = \text{Normality (acid concentration)}$

X degree of dissociation.

$$\begin{array}{c} H_{2O} \rightleftharpoons H^+ + OH^- \\ \frac{[H^+][OH^-]}{[H_{2O}]} = K \quad \text{at constant temperature} \\ [H^+][OH^-] = 10^{-14} \end{array}$$

In neutral solution $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

أما غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) فيبدو أنه لا يؤثر على الورق إلا إذا وجد بنسبة كبيرة أو إذا تأكسد إلى غاز ثاني أكسيد الكبريت .

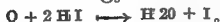
ومن الغازات الأخرى المتلفة غاز الأوزون الذى يتكون فى الجو نتيجة لسلسلة من التفاعلات التى تدخل فيها أشعة الشمس والغازات الناتجة عن احتراق البنزين فى السيارات . . وهذا الغاز يتكون أيضا بفعل الأشعة فوق البنفسجية على غاز الأكسجين . . وربما كان هذا هو السبب فى وجود الأوزون بنسبة كبيرة فى طبقات الجو العليا . . ومن ناحية أخرى يتكون هذا الغاز بسبب الشرارات الكهربائية والتفريغ الصامت للشحنات الكهربائية . وغاز الأوزون من الغازات شديدة الفتك بالسليولوز وغيره من المواد العضوية إذ أنه يؤدى إلى أكسدةها . . ومن حسن الحظ لم تصبح بعد نسبة تركيز غاز الأوزون فى الجو مثيرة للقلق مما لا يستدعى اتخاذ إجراءات وقائية خاصة على أن يمنع بقتل الأماكن أى تفريغ كهربى صامت فى المرشحات الالكتروستاتيكية فى أجهزة تكييف الهواء المستخدمة فى المكتبات .

وعلى أية حال فإنه يمكن امتصاص هذا الغاز بسهولة بواسطة محلول مائى من يوديد الصوديوم (*) وفى حالة عدم إمكانية وجود مرشحات فعالة لامتصاص غاز الأوزون من هواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فإنه يمكن استخدام الفحم النباتى المنشط الذى ثبت أنه يمتص غاز الأوزون بدرجة لا بأس بها .

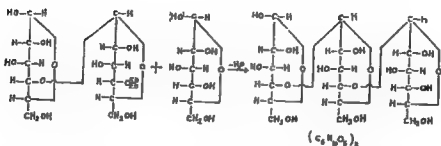
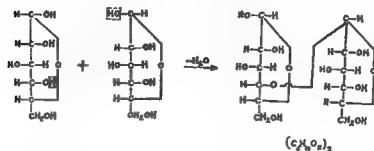
وفى نهاية تناولنا لأهم أسباب تلف الورق بوصفه يتكون أساسا من السليولوز فلعله يكون من المفيد أن نتناول ولو بشيء من الإيجاز كيفية تفاعل المكونات الأساسية للورق مع عوامل التلف السابق الإشارة إليها .

أولا - التحلل المائى للسليولوز :

السليولوز هو أحد المواد الكربوهيدراتية (Carbohydrates) العديدة التى تتسكك ذات الوزن الجزيئى العالى . . ولكى تتضح لنا الدعيما التى يتحلل بها السليولوز مائيا لابد لنا أن نعرف أولا كيف تتكون جزيئات السليولوز والثابت أن لجزيئات السليولوز بناء خطيا يتكون من جزيئات

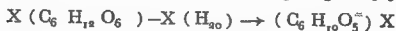


من الجلوكوز التي تتصل ببعضها البعض في المواقع ١ ، ٤ عن طريق فقد الماء وتمثل اتصال جزيئات الجلوكوز عادة على النحو التالي :



ويتكرر العملية السابقة تتكون سلاسل السيلولوز ذات الوزن الجزيئي العالي التي يرمز لها عادة بالرمز الكيميائي $(C_6H_{10}O_5)_X$ حيث أن (X) هو عدد جزيئات الجلوكوز الداخلة في تركيب سلاسل السيلولوز .

وبصورة اجمالية يمكن تلخيص التفاعلات التي تتم بين جزيئات الجلوكوز والتي تنتهي بتكوين جزيئات من السيلولوز بالمعادلة الآتية :



ويتحلل السيلولوز وكذلك النشا مائيا بتأثير محاليل الأحماض ليعطي D - جلوكوز طبقا للمعادلة الآتية :



وتعبر هذه المعادلة عن النتيجة النهائية للتحلل المائي للسيلولوز أما من الناحية الواقعية فان تحلل السيلولوز يحدث بالتدريج وتتكون مواد أبسط فأبسط . . ونجد أن التحلل المائي يؤدي أولا الى تقص في طول سلاسل السيلولوز ثم تتكون مواد كربوهيدراتية عديدة السكر ذات وزن جزيئي منخفض أو أوليغوسكاريدات (Oligosaccharides) وفي المراحل الأخيرة يتكون D - جلوكوز (D - glucose) .

ويحتفظ السليولوز في المراحل الأولية للتحلل المائي بالتركيب البنائي الأساسي للألياف (Original fibrous form) وباستمرار التحلل نلاحظ حدوث نقص واضح في الخواص الفيزيوميكانيكية للألياف وفي درجة اللزوجة ، كما نلاحظ حدوث زيادة كبيرة في محتوى الورق من المجموعات المختزلة (Reducing groups) وأيضاً زيادة كبيرة في قابلية السليولوز للذوبان في المحاليل القلوية .. وفي المراحل المتقدمة للتحلل المائي للسليولوز يتحول الورق الى أجسام هشة وربما يفقد تماسكه تماماً ويتحول الى نوع من البودرة .

ويعتمد معدل التحلل المائي للسليولوز على درجة تركيز المحاليل المائية للأحماض وأيضاً على درجة الحرارة وعلى طبيعة جزيئات الجلوكوز الداخلة في تركيب سلاسل السليولوز وكذلك على نمط الروابط التي ترتبط بها وحل هي من النوع ألفا أو بيتا .

ويتحول السليولوز في فترة وجيزة بتأثير حمض الكبريتيك المركز الى الأميلويد الذي يزرق لونه باليود .. وغالباً ما يستخدم هذا التفاعل للكشف عن السليولوز .. ويستخدم في هذا الكشف أما محلول اليود ويوديد البوتاسيوم في محلول مشبع من كلوريد الخارصين واما محلول من حمض الكبريتيك واليود .

ويمت تحلل السليولوز أيضاً بتأثير الكائنات الحية الدقيقة التي تفرز نوعاً خاصاً من الانزيمات (Specifically evolved exoenzymes) التي تكسر جزيئات السليولوز الكبيرة وتحولها الى جزيئات من مركبات كربوهيدراتية أبسط تستطيع الكائنات الدقيقة هضمها وتمثيلها غذائياً .

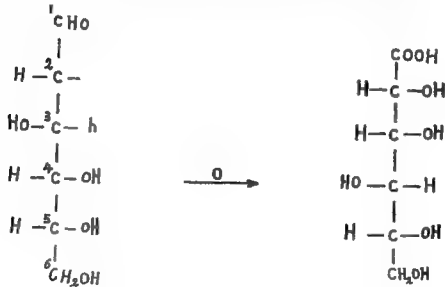
ثاني - تأثير القلويات على السليولوز :

يتحلل السليولوز بسهولة نسبية بفعل الأحماض ولكنه ثابت تماماً بالنسبة لتأثير القلويات الا أن السليولوز ينتفخ بشدة بتأثير المحاليل الباردة للقلويات الكاوية ونجد أنه يمتص القلوي من المحلول ليعطي مركباً كيميائياً يطلق عليه اسم السيلولوز القلوي (Alkali Cellulose) ويتحلل السليولوز القلوي بالماء بسهولة ليعطي هيدرات السليولوز .. ولا تختلف هيدرات السليولوز من ناحية المكونات الكيميائية عن السليولوز الأصلي ولكنها أقل ثباتاً بالنسبة للمؤثرات الكيميائية .

ثالثا - قابلية السليولوز للتأكسد :

يتأكسد السليولوز تدريجياً بفعل العوامل المؤكسدة المختلفة (الكلور الرطب وأكاسيده وفوق أكسيد الهيدروجين ، وبرمنجنات البوتاسيوم .. وكلها مواد تستخدم في عمليات تبييض الورق) مكونا مختلف أنواع الأكسي سليولوزات .. والأكسي سليولوز عبارة عن خليط من السليولوز غير المتغير ونواتج أكسدته .. وهو يحتوى على مواد ذات مجموعات الديهيدرية وكربوكسيلية ويحتل الأكسي سليولوز محلل فهلنج ويتلون بحض الفوكسين كبريتوز بلون قرمزي وغالبا ما يذوب في القلويات .

وفي المراحل الأولية المحدودة لأكسدة السليولوز تتحول المجموعات الهيدروكسيلية الكحولية (Alcoholic hydroxyl groups) في المواقع ٢ ، ٣ ، ٦ في جزئ السليولوز الى مجموعات كربونية (Carbonyl groups) ومن المحتمل أن تتأكسد أيضا المجموعة الألدهيدية الموجودة عند ذرة الكربون رقم ٦ (C₆) الى مجموعة كربوكسيلية (Carboxyl group) ومن ناحية أخرى قد تتكون مجموعة كربونيلية كيتونية (Ketonic carbonyl group) عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) أو عند ذرة الكربون رقم ٣ (C3) أو عند كل منهما .. أما المجموعة الألدهيدية (Aldehydic group) الموجودة عند ذرة الكربون رقم ١ (C1) فقد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية (Glutonic acid lactone) .



D - جلوكوز

حمض D جلوتونيك

وفى حالة حدوث عملية التأكسد بحيث تؤدي الى كسر الرابطة التى تربط بين ذرتى الكربون ٢ ، ٣ فانها تؤدي الى تكون مجموعات الديهيدية فى هذه المواقع ٠٠ وباستمرار عملية التأكسد فان واحدة من هاتين المجموعتين أو كلاهما قد تتأكسد الى مجموعة كربوكسيلية .

وإذا ما أدت عملية الأكسدة الى كسر السلسلة الكربونية (Carbon Chain) بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٢ C₂ فانه تتكون مجموعة استركوبوكسيلية (Carboxylic ester) عند ذرة الكربون رقم واحد (C1) بينما تتكون مجموعة الديهيدية أو كربوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ٢ (C2) .

وفى حالة ما اذا ترتب على عملية الأكسدة فتح حلقة بيران (Pyran ring) التى تربط بين ذرة الكربون رقم واحد (C1) وذرة الكربون رقم ٥ (C5) فى جزئ الجلوكون فانه ينتج عنها تكون مجموعة استركوبوكسيلية عند ذرة الكربون رقم ١

رابعا - التحلل المائى لللجنين :

اللجنين هو المادة الرابطة الأساسية فى الخشب ويعتبر احدى المواد الأساسية المعلقة للسليولوز ٠٠ ويتركب اللجنين من الكربون والهيدروجين والاكسجين بحيث تكون نسبة الكربون المئوية اكبر منها فى السليولوز ٠٠ ولم يحدد بعد تركيب اللجنين وان كان يوجد به كمية كبيرة من مجموعات الميثوكسيل (Methoxyl group-OCH₃) الامر الذى يسبب تكون الكحول الميثيل عند التقطير الاتلافى للخشب .

واللجنين اقل ثباتا للمؤثرات الكيميائية بالمقارنة مع السليولوز ٠٠ وفى صناعة الورق من لب الخشب يمكن ازالة اللجنين بتسخين مسحوق الخشب مع محلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم الذى يتفاعل مع اللجنين ويحله مائيا فيتحول الى الفانيليا .

وعلى ذلك يمكن القول بأن خطورة اللجنين تتركز أساسا فى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المسحون والتى شاع استعمالها قبل اكتشاف لب الخشب الكيميائى .

الأسس العلمية لعلاج وترميم وصيانة الجلد والرق

لم تعد هناك حاجة الى تكرار الحديث عن العوامل التى تتحكم فى تلف مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، ومن بينها المقتنيات المصنوعة من الجلد والرق ٠٠ ولعله من الأوفق أو الأجدى أن نفرّد هذا الفصل من الكتاب للحديث عن الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود سواء كانت على هيئة جلود مذبوغة أو على هيئة رق ، وذلك لأننا نرى أن معرفة الخواص الكيميائية والطبيعية للجلود والكيفية التى تتفاعل بها هى الأساس العلمى لعلاجها وترميمها وصيانتها .

وقبل الاستطراء فى الحديث عن الخواص الكيميائية والطبيعية لبروتين الجلد والتغيرات الكيميائية التى تحدث له أثناء عمليات الدباغة أود أن أشير الى عدة أمور هامة يرتبط بها التلف الذى يصيب المقتنيات المصنوعة من الجلود على اختلاف أنواعها ، وهذه الأمور هى :

١ - أن تعرض المقتنيات المصنوعة من الجلود للرطوبة ، حتى ولو كانت بنسب صغيرة - يؤدى بها الى أن تتحول مع مرور الزمن الى كتل سوداء اللون قعرانية المظهر .

٢ - أن الجلود المذبوغة بالمواد الدابغة النباتية تكون عرضة للاصابة بنوع خطر من التحلل الكيميائى يطلق عليه اسم العطن الأحمر (Red rot) وقد ثبت أن هذا العطن يصيب الجلود عندما تتلوث بحض الكبريتيك الذى ينتج من غاز ثانى أكسيد الكبريت الذى يوجد عادة فى أجواء المدن

الصناعية نتيجة لاحتراق الوقود بفعل الرطوبة وبمساعدة الفسواف
المعدنية كالأثرية وغيرها .

٣ - الرق بجميع أنواعه قاعدي الخواص ، ولقد هيات له طبيعته
القاعدية الوقاية ضد الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة التي تعيش في الأجواء الحمضية . وعلى الرغم من أن طبيعة
الرق القاعدية تعرضه في نفس الوقت لبعض الأضرار التي من أهمها
اصفرار لونه إذا تناولته أيادي كثيرة أو إذا تعرض للأثرية التي تحتوى
عادة على الحديد الذي لا يلبث أن يتحول الى هيدروكسيد الحديد مسببا
هذا اللون الأصفر .

ويعتبر الرق أحد المواد المتشيمية (Hydroscopic) ولذلك فانه
عندما يتعرض لكمية كبيرة من الرطوبة مدة طويلة من الزمن يتحول الى
ما يسمى بالجيلاتين . والرق في الحالات العادية له قدرة كبيرة على
التوازن مع الجو المحيط به بامتصاص أو إعطاء الرطوبة . وقد ثبت
بالتجربة أن الرق يحتوى على الماء بنسبة ١٠٪ من وزنه عندما يوجد في
جو رطوبته النسبية ٤٠٪ ، أما في حالة وجوده في جو رطوبته النسبية
٨٠٪ فانه يتعادل مع هذا الجو وتصبح نسبة الماء به ٣٠٪ على الأقل .

٤ - ان قابلية المواد البروتينية للإصابة بالحشرات أكثر من قابليتها
للإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

الخواص الكيميائية والطبيعية لبروتين الجلود :

تتكون الغالبية العظمى من البروتينات من خمسة عناصر هي :
الكربون والأكسجين والهيدروجين والنتروجين والكبريت . وتحتوى
بعض المواد البروتينية الهامة للغاية على الفوسفور علاوة على العناصر
السابقة :

وتتراوح نسبة احتواء البروتينات على هذه العناصر بين الحدود
الآتية :

الكربون	٥٠ - ٥٥٪	الأكسجين	١٩ - ٢٤٪
الهيدروجين	٦٦ - ٧٣٪	الكبريت	٢ - ٢٫٤٪
النتروجين	٥ - ١٨٪		

وثمة بروتينات تصل نسبة الكبريت فيها الى ٥٪ .

والبروتينات مركبات غير متطايرة ذات وزن جزيئي عال وهي لا تذوب
في المذيبات العادية . وتعطى البروتينات التي تذوب في الماء محاليل

غروانية ٠٠ وتتفحم البروتينات عند حرقها وتلاحظ عند ذلك الرائحة المميزة الناتجة عند حرق القرون ٠

وتستخدم عادة الاختبارات اللونية للكشف عن البروتينات :

١ - اختبار الزانثوبروتين :

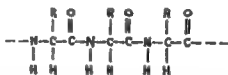
يعطى البروتين مع حمض النيتريك المركز لونا أصفر ٠٠ والبقع الصفراء التي تتكون على الجلد الأدمى أثناء الأعمال فى استعمال حمض النيتريك المركز هى نتيجة اختبار الزانثوبروتين مع بروتينات الجلد ٠

٢ - اختبار بيوريت :

عند اضافة هيدروكسيد الصوديوم ويضع قطرات من محلول كبريتات النحاس المخفف الى محلول البروتين يظهر على الفور لون بنفسجى ٠٠ وغالبا ما يستخدم هذا التفاعل للكشف الكيفى عن البروتينات ٠

البروتينات والأحماض الأمينية :

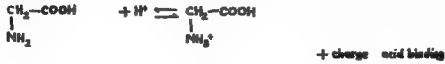
تتكون جميع البروتينات من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية على النحو التالى :



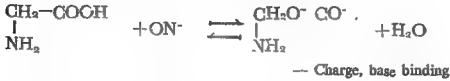
وفى العمليات الحيوية المعقدة نجد أن تتابع الأحماض الأمينية ليس عشوائيا بل يسير وفق نظام محدد ٠٠ وبالرغم من أن النظام الذى تتتابع به الأحماض الأمينية يعتمد الى حد ما على السلوك الكيميائى للبروتينات الا أن الخواص الطبيعية للأحماض الأمينية هى التى تتحكم فى الخواص الكيميائية للبروتينات ٠

وسوف نتخذ من السلوك الكيميائى لأبسط الأحماض الأمينية وهو الجليسين (Glycine) وسيلة لفهم السلوك الكيميائى للبروتينات والأحماض الأمينية ٠٠ ويحتوى حمض الجليسين على مجموعة حمضية (Acid group) كما أنه يحتوى على مجموعة قاعدية (basic group) ولهذا فانه يحدث كلا من التفاعلات الحبيضية والتفاعلات القاعدية ٠٠ أى أنه أمفوترى الخواص ٠٠ وذلك على النحو التالى :

(أ) سلوك حمض الجليسين في المحاليل الحمضية : Glycine in acids :



(ب) سلوك حمض الجليسين في المحاليل القاعدية :



(ج) سلوك حمض الجليسين في المحاليل المتعادلة (تقريبية) :



وإذا ما وجد الجليسين في سلسلة البروتين (Protein chain) فسوف نجده أن المجموعتين الحمضية والقاعدية .. أى المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية .. سوف تكونان مقيدتين في التركيب البنائي للبروتين .. وتحت هذه الظروف فإن المجموعتين الكربوكسيلية والأمينية لا يمكن أن تأخذا دورا في التفاعلات الحمضية القاعدية للبروتين .. وعلى هذا فإن الخواص الأمفوتيرية أى التفاعلات الحمضية القاعدية (Acid base reactions) للبروتين سوف ترجع أساسا للمجموعات الحمضية والقاعدية الحرة بالشق الهيدروكربوني (Kikyl radical "R") الموجود في الأحماض الأمينية .

والواقع أن طبيعة الأحماض الأمينية تختلف اختلافا واسعا تبعا لنوعية المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكربون ألفا. (alpha-Carbon atom) في جزيء الحمض الأميني .

ويوجد في الطبيعة بحوالى ثمانون حمضا أمينيا ، إلا أن الأحماض الأمينية ذات الأهمية الكبيرة والتي تعتبر المكونات الكيميائية الأساسية للمواد البروتينية تبلغ حوالى العشرين حمضا .. وهذه الأحماض العشرون تقسم بصفة عامة إلى أربعة أقسام هى :

١ - الأحماض الأمينية عديدة الأقطاب .
Non Polar Amino Acids

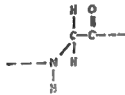
٢ - الأحماض الأمينية الحمضية .
Acidic Amino Acids

٣ - الأحماض الأمينية القاعدية .
Basic Amino Acid

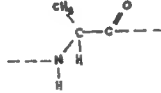
٤ - أحماض أمينية أخرى .
Other Amino Acids

تركيب البروتينات :
Structure of Proteins

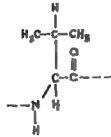
تختلف الأحماض الأمينية بعضها عن البعض الآخر تبعاً لطبيعة المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكربون ألفا α -Carbon atom في جزيء الحمض الأميني . وهذه المجموعات يطلق عليها اسم السلاسل الجانبية (Side chains) وفي حالة ما إذا كانت هذه السلاسل الجانبية تتكون من مجموعات لا تحتوي على أقطاب (No Polar groups) فإن الأحماض الأمينية تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الخالية من الأقطاب (Non Polar Amino Acids) مثال ذلك :



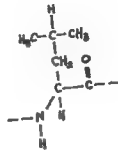
Glycine



Alanine



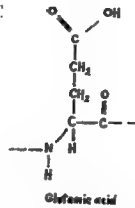
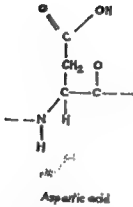
Valine



Leucine

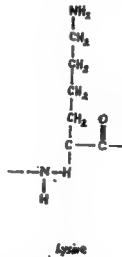
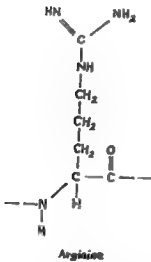
وإذا كانت الأحماض الأمينية تحتوي على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات كربوكسيلية طليقة (Free carboxyl groups) أو مجموعات هيدروكسيلية طليقة Free hydroxyl group فإنها تعرف في هذه الحالة باسم الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino acids)

مثال ذلك :



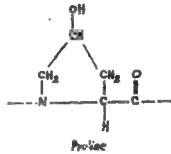
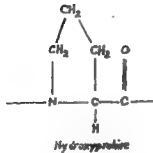
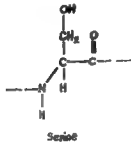
وفي حالة ما اذا كانت الأحماض الأمينية تحتوي على سلاسل جانبية تتكون من مجموعات أمينية أو مجموعات أخرى تحتوي على النيتروجين ، فإنها تتفاعل كما لو كانت قواعد ولهذا يطلق عليها اسم الأحماض الأمينية القاعدية (Basic Amino Acids) .

مثال ذلك :



وبالنسبة للأحماض الأمينية المتعادلة مثل حمض الجليسين وغيره فإنها لا تخرج عن كونها أحماضاً أمينية لا تحتوي على مجموعات كربوكسيلية طليقة أو على مجموعات أمينية طليقة .. وهذا يعني أن المجموعات الكيميائية المتصلة بذرة الكون ألفا (alpha-Carbon atom) تكون من النوع الهيدروكربوني (Hydrocarbon type) الذي لا يحتوي على أية مجموعات نشطة كيميائياً .

وبالإضافة الى الأقسام الثلاثة السابقة فإنه توجد بعض الأحماض الأمينية التي يتميز كل منها بخواص كيميائية محددة .. وهذه الأحماض هي التي تعطي للبروتينات التي تحتويها خواصا كيميائية معينة .. ولتفرد هذه الأحماض بخواص كيميائية تميزها عن الأنواع التي سبق ذكرها من الأحماض فإنها توضع عادة في قسم خاص بها يطلق عليه اسم « أحماض أمينية أخرى » (Other Amino-Acids) .



ومن حيث العلاقات الحمضية القاعدية (Acid base relationship) نجد أن البروتينات تتصرف كالأحماض الأمينية .. وطالما أن البروتينات تحتوي على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض الأمينية القاعدية فإنها سوف تحتوي على كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية القابلة للتأين (Ionizable acidic and basic groups) ونجد أن هذه المجموعات تتأين وترتبط الأحماض والقواعد طبقا لحالة الأس الهيدروجيني السالب (pH Conditions) وتتغير الشحنة الكهربائية الموجودة على جزيء الحمض الأميني طبقا لطبيعة الوسط الذي توجد فيه ، ونجد أنها تكون شحنة موجبة في الوسط الحمضي وسالبة في الوسط القاعدي ، أما في الوسط المتعادل فإنها تكون متعادلة وذلك نتيجة للتوازن المتبادل بين الشحنات الموجبة التي توجد في الوسط الحمضي والشحنات السالبة التي توجد في الوسط القاعدي .

وفي حالة البروتينات قد يوجد عدد كبير من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، ونجد أن كل نوع من هذه المجموعات يتصرف أو يعمل مستقلا عن النوع الآخر ، إلا أنه يحدث عند بعض قيم الأس الهيدروجيني PH Value أن تتوازن عدد المجموعات الحمضية المتأينة مع عدد المجموعات القاعدية المتأينة . وفي هذه الحالة يقال أن البروتين قد أصبح عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric point) .

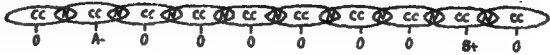
وبهنا أن نشير هنا الى أن معظم النشاط الكيميائى للجولد يرجع بصفة أساسية الى الخواص الحمضية والقاعدية للبروتينات التى تحتويها والى التغيرات التى تحدث فى الشحنات الكهربائية الموجودة على البروتين .

التقسيمات النوعية للبروتينات : Classification of proteins

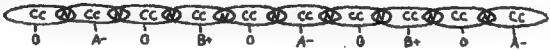
تتوقف الخواص الكيميائية والطبيعية للبروتينات على التركيب الكيميائى للأحماض الأمينية الداخلة فى تركيبها . ويوضح الجدول الآتى محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية :

البروتينات				الأحماض الأمينية معبرا عنها بالنسبة المئوية	
الزلال Albumin	الكيراتين Keratin	الالاستين Elastin	الكولاجين Collagen	الأحماض الأمينية عديدة الأقطاب :	
٢	٥	٢٢	٢٠	Glycine	حمض الجلايسين
٦	٣	١٥	٨	Alanine	حمض الألانين
٦	٥	١٢	٣	Valine	حمض الفالين
١٢	٧	١٠	٥	Leucine	حمض اليوسين
٩	٧	١٥	٤	أحماض أخرى	
٣٥	٢٧	٧٤	٤٠	المجموع	
				الأحماض الأمينية العنصرية :	
١١	٧	٠.٥	٦	Aspartic	حمض الأسبارتيك
١٧	١٥	٢.٥	١٠	Glutamic	حمض الجلوتاميك
٢٨	٢٢	٣	١٦	المجموع	
				الأحماض الأمينية اللاعنصرية :	
٦	١٠	١	٨	Arginine	حمض الأرجينين
١٣	٣	٠.٥	٤	Lyaine	حمض الليسين
٤	١	٠.٥	٢	أحماض أخرى	
٢٣	٢٤	٢	١٤	المجموع	
				أحماض أمينية أخرى :	
٤	٨	١	٢	Serine	حمض السيرين
—	١٤	—	—	Cystine	حمض السيستين
٥	٦	١٥	٢٥	Proline	حمض البرولين
٥	٩	٥	٣	Hydroxy prolin	حمض الهيدروكسي بروفولين
				أحماض أخرى	
١٤	٣٧	٢١	٣٠	المجموع	

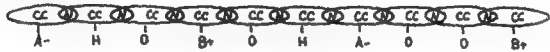
ELASTIN



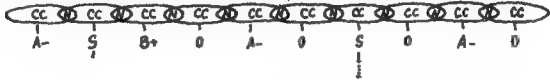
ALBUMIN



COLLAGEN



KERATIN



رسم يمثل محتوى البروتينات من الأحماض الأمينية

- (١) الاستي (Elastin) : يحتوي على القليل من الأحماض الأمينية الحفزية (مثلة بالحرف A) كما أنه يحتوي على القليل من الأحماض الأمينية القاعدية (مثلة بالحرف B) ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض (O) ومن ناحية أخرى يوجد به الكثير من الأحماض الأمينية المتعادلة (مثلة بالعلامة ●) أما التوازن بين المجموعات الحفزية والقاعدية فيوجد في الأحماض الأخرى (مثلة بالحرف O) .
- (٢) الألبومين (Albumin) : يحتوي على الكثير من الأحماض الأمينية الحفزية (مثلة بالحرف A) ولذلك نجد أنه نشط كيميائياً ، الأمر الذي يكسبه خاصية التوازن في الماء .

- (٣) الكولاجين (Collagen) : ويسمى باسم بروتين الجلد .. ويحتوي على أحماض أمينية حفزية وأحماض أمينية قاعدية بنسبة وجددهما في الاستي وأقل من نسبة وجددهما في الألبومين .. ويتميز باحتوائه على حمض الهيدروكسي بروبيلين Hydroxy proline (مثل بالحرف H) .

- (٤) الكيراتين (Keratin) : ويعرف باسم بروتين الشعر .. يتميز بوجود حمض السيستيني الذي يدعملياف الشعر . (Agter Thorstensen)

وسوف نتناول فيما على بشئ من التفصيل بعض الأنواع التى تمثينا
من البروتينات وذلك على النحو التالى :

اولا - المواد الزلالية :

المواد الزلالية واحدة من البروتينات التى تنوب فى الماء وتتميز
باحتمائها على نسبة عالية من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض
الأمينية القاعدية ٠٠ وللمواد الزلالية قابلية كبيرة للتأين فى مدى واسع
من قيم الأس الهيدروجينى السالب P H Value ويترتب على هذه الخاصية
أن أيونات الأحماض الأمينية فى الزلال تنجذب أو تتنافر الكبروستاتيكاً
الأس الذى يعطى جزيئات المواد الزلالية امكانية التكور أو الانتشاء على
نفسها مكونة كريات تعرف باسم الكريات الجزيئية (Molecular globules)
ولهذا السبب يطلق على المواد الزلالية اسم البروتينات الكرية
(Globular proteins)

وإذا ما أضيف الى المواد الزلالية الكرية محلول ملحي نسبة تركيزه
١٠ ٪ فإن الملح سوف يكون كبرى كهروكيميائية (Electro chemical
bridges) تربط بين جزيئات البروتين المتجاورة مما ينتج عنه ترسب
البروتينات الكرية ٠٠ ومن ناحية أخرى وفى حالة ما إذا كانت نسبة
تركيز المحلول الملحي أقل من ١٠ ٪ (من ٥ - ١٠ ٪) فسوف نجد أن
المحلول الملحي بهذا التركيز سوف يتسبب فى ذوبان البروتينات
الزلالية ٠

وعندما ترتفع درجة حرارة محاليل المواد الزلالية الى الدرجة التى
تكفى لاعطاء جزيئاتها طاقة تكفى للتغلب على قوة التنافر الالكتروستاتيكية
بين أيونات الأحماض الأمينية وبحيث تكفى لاتصال جزيئات المواد الزلالية
المتقاربة ، فانه يحدث فى هذه الحالة ارتباط بين الجزيئات cross
linking يؤدي الى تكون جزمى كبير جداً من الزلال ٠٠ وهذا هو
ما يحدث لزلال البيض بالتسخين .

ثانياً - الالاستين :

الالاستين واحد من البروتينات التى تحتوى على عدد قليل جداً من
الأحماض الأمينية الحمضية (Acidic Amino Acids) والأحماض الأمينية
القاعدية (Basic Amino acids) ٠٠ ويختلف الالاستين عن الزلال
فى هذه الخاصية وفى أنه خامل كيميائياً خمولاً ملحوظاً ٠٠ وللتغلب
على خمول الالاستين من الناحية الكيميائية خذ قطعة من الجلد الحديث
الذبح وضعها فى قارورة وأضف إليها محلول عشر عيارى من حمض

الهيدروكلوريك وقم بغليها بعد تثبيت مكثف على القارورة ثم انحصها
فحسا ميكروسكوبيا بعد ذلك وسوف تلاحظ انهيار التركيب البنائي
للجلد بينما يظل التركيب الشبكي لللاستين سليما وقويا .

والحرير لكونه يحتوى على أحماض أمينية تتشابه الى حد ما مع
الأحماض الأمينية الموجودة فى اللاستين فانها يتشابهان فى كثير من
الصفات الكيميائية ، وخاصة فى خبولهما الكيميائي ولهذا نجد أن الألياف
الحرير لا تلتصق ببعضها البعض حتى بالتسخين الهين ، كما أنها لا تحتاج
الى عمليات تثبيت كيميائي أو عمليات دباعة للحيلولة دون تلفها .

ثالثا - الكولاجين :

يحتوى الكولاجين على كل من الأحماض الأمينية الحمضية والأحماض
الأمينية القاعدية كما أنه يحتوى أيضا على الأحماض الأمينية الخالية من
الاقطاب (Non Polar Amino acids) وبالإضافة الى ذلك فانه يحتوى
على نسبة عالية الى حد ما من أحماض البرولين والهيدروكسى برولين .

وحسب محتوى الكولاجين من الأحماض الأمينية ، ومن وجهة نظر
النشاط الكيميائي (Chemical reactivity) فان الكولاجين يقع فى مكان
وسط بين اللاستين والبروتينات الكرية ، فالكولاجين لا يذوب فى المحاليل
المتعادلة ، كما أنه لا يذوب فى المحاليل المائية الا اذا كان قد تعرض للحرارة
أو تعرض للتحلل البكتريولوجي (Bacterial degradation) ومن ناحية
أخرى فان الكولاجين يختلف عن اللاستين فى درجة الخمول الكيميائي
اذ نجد أن الكولاجين يذوب فى محاليل الأحماض القوية كما أنه يذوب
أيضا فى محاليل القلويات القوية وعلى هذا الأساس فقد أصبح من الممكن
فصل مكونات الجلد من الكولاجين واللاستين والزلال وذلك عن طريق
اختيار التركيز المناسب من المحاليل الملحية والحمضية لاذابة كل من هذه
المكونات . . ومما لا شك فان جميع هذه العوامل لها أهمية قصوى فى
عمليات تصنيع الجلود المدبوغة .

والواقع أن عدد الأحماض الأمينية المكونة للبروتين تتوقف على طبيعة
البروتين ذاته . . ولقد أثبتت القياسات أن الوزن الجزيئى للبروتين
يتراوح ما بين ١٠.٠٠٠ ، ٢٠.٠٠٠ أو أكثر أما فى حالة كولاجين الجلد
فقد ثبت أن أصغر وزن جزيئى له يكون فى حدود ٤٠.٠٠٠ . . وهذا
يشير الى أن عدد الأحماض الأمينية فى الجزيء الواحد من الكولاجين يتراوح
من ٥٠٠ الى ١٠٠٠ حمض أميني .

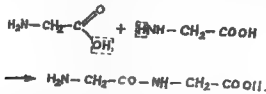
ومن الأمور الملفتة للنظر أن هذا العدد الكبير من الأحماض الأمينية

يتخذ نظاما خاصا ونمطا محددا في جزيء الكولاجين .. وحقيقة الأمر أن مقدرة الخلية الحية على ترتيب الأحماض الأمينية بهذا النظام المحدد يعتبر سرا مقلقا من أسرار الحياة .

البناء الكيميائي للبروتينات : Chemical Structure of Proteins

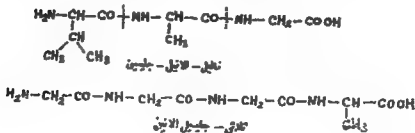
تتفكك المواد البروتينية عند تحليلها بالماء لتعطي في النهاية أحماض أمينية من النوع ألفا - أمينو (alpha amino) . وإذا كان البروتين يحتوي على أحماض ألفا - أمينو مختلفة فإنه في هذه الحالة ينتمي إلى ما يسمى بالبروتينات البسيطة ، إلا أن هناك أيضا بروتينات تنتمي إلى طوائف أخرى من المركبات العضوية وغير العضوية تعرف باسم البروتينات المعقدة .. فما هي إذن الأشكال الأساسية لرابطة الأحماض الأمينية في جزيء البروتين المعقد ؟

لقد افترض أ . دانيليفسكي في عام ١٨٩١ أنها عبارة عن روابط أمينية مكونة بواسطة كربوكسيل جزيء حمض أميني ومجموعة أمينو جزيء حمض أميني آخر على النحو التالي :



ويطلق على مثل هذه الروابط اسم الروابط الببتيدية ، ويمكن أن تتحد بنفس الطريقة ٢ ، ٣ ، ٤ .. الخ متبقيات أحماض ألفا - أمينو متشابهة أو مختلفة وذلك على هيئة ثنائي - ببتيد أو ثلاثي ببتيد أو رباعي ببتيد - الخ ويطلق على مثل هذه المركبات اسم عديدة - الببتيد (Poly Peptide)

ولقد برهن هوفميستر وفيشر في عام ١٩٠٢ على صحة هذا الفرض .. ومن أمثلة المركبات التي تحتوي على روابط ببتيدية ما يلي :



• وغيرها من المركبات •

ويلاحظ أنه توجد في أحد طرفي سلسلة عديدة - الببتيد مجموعة أمينو طليقة وفي الطرف الآخر مجموعة كربوكسيل طليقة •

ومن الأمور الهامة التي يجب أن نلتفت إليها أنه توجد أيضا من بين الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتينات الطبيعية أحماض أحادية - الأمينو ثنائية الكربوكسيل وأحماض ثنائية الأمينو أحادية - الكربوكسيل •• وإذا احتوى البروتين على كمية زائدة من الأحماض الأولى فإن ذلك يؤدى إلى زيادة خواصه الحفزية ، أما البروتينات ذات الخواص القاعدية فتحتوى على كمية زائدة من الأحماض الثنائية - الأمينو •

البناء الطبيعي للبروتينات : Physical Structure of Proteins...

وبالإضافة إلى البناء الكيميائي للبروتينات فإنه يدور سؤال هام حول كيفية الترتيب الطبيعي (Physical orientation) للأحماض الأمينية بالنسبة لبعضها البعض في سلسلة البروتين • أى البناء البلورى للبروتينات •

ولقد أمكن بواسطة الدراسات التي أجريت باستخدام الأشعة السينية تعيين المسافة التي تفصل بين الذرات في جزيء الأحماض الأمينية، كما أمكن عن طريق دراسات أخرى متعمقة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني وأسلوب حيود الأشعة السينية تعيين أبعاد البناء البلورى للأحماض الأمينية في السلاسل عديدة - الببتيد والسلاسل البروتينية بدقة كبيرة ••

ولقد ثبت عن طريق هذه الدراسات أن جزيء البروتين يتكون من سلسلة حلزونية (Spiral chain) من الأحماض الأمينية •

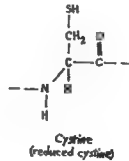
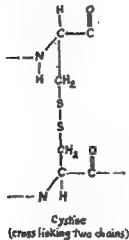
وقد استخدمت أبعاد المسافات البينية بين ذرات الأحماض الأمينية في عمل نماذج للبناء البلورى للبروتينات •• ومن هذه النماذج يتضح أن كل نوع من أنواع البروتينات يوجد على هيئة ملف حلزوني متصل به من الخارج المجموعات الهيدروكربونية (Alkyl groups "R") على هيئة أهداب •• ومجمل القول أن التركيب البنائي لكل نوع من البروتين يتخذ شكل « سوسنة تنجيد مراتب الأمرة (Bar-bed Wire type Structure)

وفي هذا التركيب البنائي تكون المجموعات الكربوكسيلية والمجموعات الأمينية الخاصة بالأحماض الأمينية متجهة إلى الخارج •

ويترتب على قابلية هذه المجموعات الكربوكسيلية والأمينية وغيرها من المجموعات النشطة لتكوين روابط هيدروجينية وللاجنذاب الى بعضها البعض أن تتخذ جزيئات البروتين اتجاهها خاصا ومحددا . ولقد ثبت أن بعض الأجنحة من الأحماض الأمينية تلفت حول نفسها مكونة ملفا أوسع حول الملف الأصلي . وبهذه الطريقة تتكون سلسلة البروتين (Protein chain) أما ألياف البروتين (Protein fibers) فانها تتكون باجتماع ثلاثة سلاسل على الأقل من البروتين عن طريق اتصال الملفات الواسعة التي توجد حول الملف الأصلي لكل منها .

وبالرغم من التركيب البنائي المعقد لألياف البروتين فاننا نجد أن الترتيب الذي تتخذه ملفات المواد البروتينية والمواقع التي تتخذها الأحماض الأمينية والمسافات التي توجد بين سلاسل هذه الأحماض تسمح جميعها باحتواء أيونات المواد الكيميائية النشطة مثل مواد الدباغة أو الماء في الفراغات الموجودة بين سلاسل البروتين ومن ثم تتفاعل معها كيميائيا .

والواقع أن كل واحدة من سلاسل البروتين ليست كيانا كيميائيا منفصلا بل نجد أنها تتصل ببعضها البعض بواسطة كبريت من بعض الأنواع الخاصة من الأحماض الأمينية . ومن وجهة نظر المتخصصين في تكنولوجيا الجلود فإن حمض السيستين (Cystine) يعتبر من أهم هذه الأحماض التي تعمل ككبريتي لربط سلاسل البروتين . ولحمض السيستين بناء ليفي ثابت (Stable fiber Structure) يتكون بارتباط سلسلتين ببتيديتين متجاورتين ومتعامدتين من حمض السيستين الأميني برباط من الكبريت . وذلك على النحو التالي :



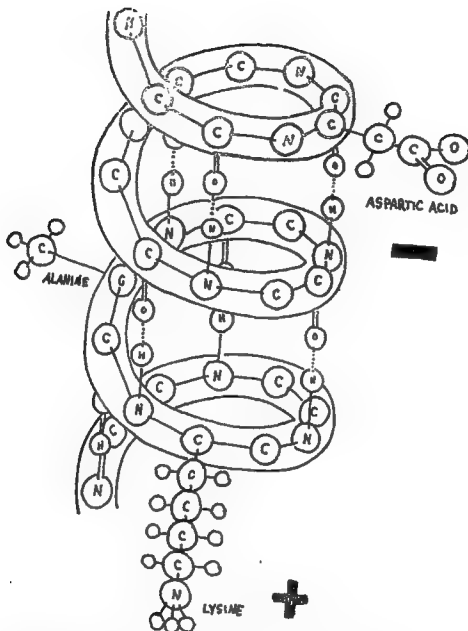
ويعتقد كثير من المتخصصين في تكنولوجيا الجلود أن ثبات التركيب البنائي لألياف البروتين يرجع أساسا إلى الروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonding) وإلى الألفة أو العلاقة الالكتروستاتيكية بين سلاسل البروتين .

وعندما تتعرض ألياف البروتين لمدة طويلة لفعل العوامل الكيميائية أو عندما تتعرض للتحلل المائي (Hydrolysis) فقد تتكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين الحلقات عديدة الببتيد (Poly Peptide links) مسببة امتصاص كمية اضافية من جزيئات الماء . وعلى ذلك فإن معالجة البروتينات بالمواد الكيميائية المسببة للتحلل المائي يؤدي إلى اضطراب الروابط التي تربط بين سلاسل البروتين ، الأمر الذي يؤدي إلى تشتت أو تحلل البروتين .

وبطبيعة الحال فإن تحلل البروتين يؤدي إلى توفر كمية أكثر من كل من المجموعات الحمضية والمجموعات القاعدية ، الأمر الذي يترتب عليه زيادة في قدرة البروتين على الترابط الحمضي القاعدي .

وبالرغم من أن تحلل البروتين إلى الأحماض الأمينية المكونة له يحتاج إلى معالجة كيميائية قوية جدا ، مثال ذلك ، الفليان لمدة طويلة مع الأحماض أو القلويات إلا أننا نجد أن هناك أنواعا خاصة من الأنزيمات تستطيع أحداث كسر في الروابط التي تربط بين الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مسببة حدوث تغير في البناء البللوري للبروتينات .

والحقيقة أن قوة الروابط التي ترتبط بها الأحماض الأمينية المكونة لألياف البروتين قوية جدا إلى درجة أن ألياف البروتين تزيد في قوتها عن قوة الصلب ، غير أنه لا يمكن بطبيعة الحال أن نفترض مثل هذه القوة في الجلود ، وذلك على أساس أن قوة الجلود تعتمد ليس فقط على قوة ألياف البروتين بل تعتمد كذلك وبصفة أساسية على قوة الروابط التي ترتبط بها هذه الألياف في النسيج الجلدي .



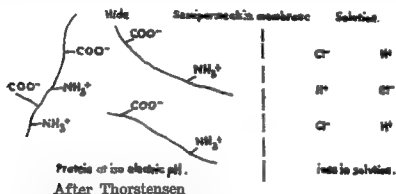
التمثيل المثالي الذي اقترحه بولنج (Pauling) للتركيب البنيائي للبروتين وهو التركيب المعروف باسم (Alpha helix structure) ويرى بولنج ان الملف الحلزوني الذي تتنظم فيه الأحماض الأمينية المكونة للبروتين مثبت في المكان بواسطة الروابط الهيدروجينية (Hydrogen bonds) بينما القيق الهيدروكربوني (Alkyl radical "R") ينتظم على هيئة ملفات على الملف الرئيسي .. اما حمض الاسبارتيك (Aspartic acid) وحمض الليسين (Lysine acid) فيوجدان في الحالة الثانية العادية .
After Thorstengen,

Swelling of Protein fibers

انتفاخ الياف المواد البروتينية :

تؤثر قابلية المواد البروتينية للانتفاخ على حجم وشكل الياف الجلود الخام كما انها تؤثر أيضا على حجم جزيئاتها ومن ثم على نوعيتها .. وعلى ذلك فان قابلية الياف البروتين للانتفاخ تكتسب اهمية كبيرة سواء عند تجهيز الجلود المدبوغة أو عند صيانتها .. الأمر الذى يوجب محاولة فهم ميكانيكية الانتفاخ ووسائل تجنب آثاره الضارة .

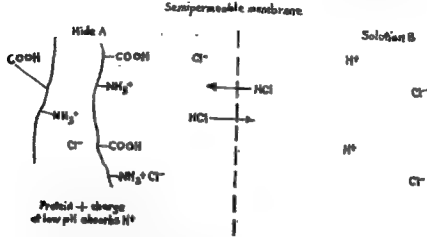
ورحتى نستطيع الوقوف على ميكانيكية انتفاخ الياف المواد البروتينية سوف نفترض أن الجلد يوجد على صورة محلول متناسق ومتعادل من الجيلاتين على أحد جانبيه غشاء افتراضى نصف منفذ ، على النحو الآتى :



فإذا ما أضيف محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) الى الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين مؤديا الى حدوث هجرة لكلوريد الهيدروجين من طور الماء الى طور الجيلاتين من خلال الغشاء نصف المنفذ .. وطالما أن معظم أيونات الهيدروجين مسووف ترتبط بالبروتين فان مزيدا من أيونات الهيدروجين سوف تنجذب الى الجيلاتين آخذة معها أيونات الكلوريد ، الأمر الذى يؤدي الى وجود تركيز كبير من أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانب الغشاء المحتوى على محلول الجيلاتين ، الا أنه بمرور الوقت سوف يحدث اتزان بين أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد على جانبي الغشاء .

ولكى يصل المحلول الى حالة التعادل الكهربى (Electrical neutrality) فإن كلوريد الهيدروجين يجب أن ينفذ من خلال الغشاء النصفى منفذ على صورة جزيئات أكثر منه على صورة أيونات حرة من الهيدروجين والكلوريد .. وهذا يعنى أن كل أيون من أيونات الكوريد يجب أن يحمل

معاً عند مروره من خلال الغشاء نصف المنفذ أيونا من الهيدروجين حتى يمكن الاحتفاظ بنفس العلاقة بين الشحنات الكهربائية على جانبي الغشاء نصف المنفذ



$$[H^+]_A [Cl^-]_A = [H^+]_B [Cl^-]_B$$

$$\text{LOW } [H^+]_A$$

$$\therefore [H^+]_A < [H^+]_B$$

$$[Cl^-]_A > [Cl^-]_B$$

After Thorstensen

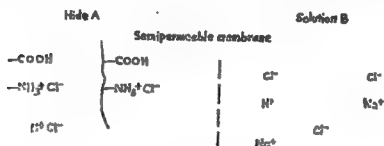
وطبقا لقانون فعل الكتلة (Law of mass action) فإن تركيز أيونات الهيدروجين مضروبا في تركيز أيونات الكلوريد في طور الجيلاتين يجب أن يكون مساويا لتركيز أيونات الهيدروجين مضروبا في أيونات الكلوريد في طور الماء . . . وحيث أن تركيز أيونات الهيدروجين الموجودة في طور الجيلاتين يكون عند قيام التوازن أقل من تركيز أيونات الكلوريد الموجودة في نفس الطور نتيجة لاتحاد أو ارتباط أيونات الهيدروجين بالجيلاتين ، فإنه حسب قانون فعل الكتلة يجب أن يكون تركيز أيونات الكلوريد في طور الجيلاتين أكثر كثيرا من تركيزها في طور الماء ، الأمر الذي ينتج عنه بطبيعة الحال حدوث فرق كبير في الضغط الأزموزي (Osmotic Pressure) بينهما . . . ونتيجة لوجود هذا الفرق في الضغط الأزموزي يمر الماء من خلال الغشاء نصف المنفذ الى خلايا الجيلاتين مسببا انتفاخها .

وعلى ذلك فإنه يمكن القول بأن إضافة أحماض قوية الى الجلود الخام سوف يؤدي الى انتفاخ البافها . . . وهذا الانتفاخ بدوره سوف يحدث

تلفا كبيرا لها . ويعتبر الانتفاخ في الواقع خطوة أساسية في عملية الاذابة عن طريق التحلل المائي لبروتين الجلد .

وانتفاخ الجلود الخام ليس مرتبطا فقط بتأثير الأحماض ، ولكنه يحدث كذلك وبنفس الأسلوب باستخدام هيدروكسيد الصوديوم وغيره من المواد القلوية ، الا أن الانتفاخ في هذه الحالة يحدث طبقا لمقدرة البروتين على الارتباط بالشق القاعدي من المادة القلوية المستخدمة . وعند اختلال التوازن الكهربى فى المحلول فسوف تجد أن حجم الياف البروتين المنتفخة سوف يزداد تبعا لزيادة عدد الأيونات القلوية التى ترتبط بالبروتين .

سبق أن أوضحنا فى الحالة السابقة أنه يحدث عند اضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك الى الجيلاتين فى وجود غشاء نصف منفذ ارتباط بين الجيلاتين وبين أيونات الهيدروجين وأن هذا الارتباط يؤدي حسب قانون فعل الكتلة الى زيادة تركيز أيونات الكلوريد فى طور الجيلاتين ، الأمر الذى يتسبب فى حدوث فرق كبير فى الضغط الأزموزى على جانبي الغشاء نصف المنفذ مما يدفع الماء الى المرور من خلال الغشاء الى خلايا الجيلاتين مسببا انتفاخها . والآن سنحاول توضيح ما يحدث عادة للجيلاتين أو الجلد الخام اذا ما أضيف اليه بجانب حمض الهيدروكلوريك كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) .



$$[\text{H}^+]_A [\text{Cl}]_A = [\text{H}^+]_B [\text{Cl}^-]_B$$

$$[\text{H}^+]_A < [\text{H}^+]_B$$

$$[\text{Cl}^-]_A > [\text{Cl}^-]_B$$

But $[\text{Cl}^-]_B$ is high due to Presence of NaCl, therefore the Concentration difference is small and osmotic pressure is small.

(After Thorstensen)

يتضح من الشكل أنه عند إضافة محلول من حمض الهيدروكلوريك (كلوريد الهيدروجين) إلى الجلد الغام الذي افترضنا وجوده على صورة محلول متناسق من الجيلاتين فسوف يحدث ارتباط بين بروتين الجلد وبين أيونات الهيدروجين $++$ وفي نفس الوقت فإن الجيلاتين سوف يحسب أيونات الكلوريد مكونا كلوريد الجيلاتين $++$ وعلى ذلك سوف تقل درجة تركيز كلوريد الهيدروجين في طور الماء .

وفيما يختص بكلوريد الصوديوم فسوف يتأين هو الآخر وينفذ من خلال الغشاء نصف المنفذ ولكن بدرجة أقل من درجة نفاذ كلوريد الهيدروجين $++$ وذلك لأن قابلية أيونات الصوديوم للارتباط ببروتين الجلد أقل كثيرا من قابلية أيونات الهيدروجين .

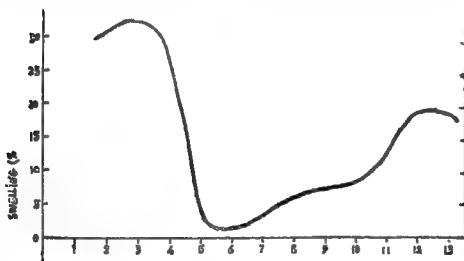
وعلى هذا الأساس فإن انتقال أيونات الكلوريد عبر الغشاء نصف المنفذ يمكن أن يتم عنه قيام التوازن على صورتين $++$ الصورة الأولى تكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الهيدروجين $++$ وفي هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الهيدروجين من طور الماء إلى طور الجيلاتين ، أما الصورة الثانية فتكون فيها أيونات الكلوريد على صورة كلوريد الصوديوم $++$ وفي هذه الحالة تنتقل أيونات الكلوريد حاملة معها أيونات الصوديوم عبر الغشاء نصف المنفذ من طور الماء إلى طور الجيلاتين ثم من طور الجيلاتين إلى طور الماء .

وتحت هذه الظروف فإن تركيز أيونات الهيدروجين في طور الجيلاتين يكون أقل من تركيزها في طور الماء بينما يكون تركيز أيونات الكلوريد في طور الماء أكبر من تركيزها في طور الجيلاتين ونتيجة لذلك قد لا يكون هناك فرق كبير في درجة تركيز الأيونات في كل من الطورين عند قيام التوازن ، الأمر الذي يترتب عليه عدم وجود فرق ملحوظ في الضغط الأزموزي بينهما .

ومن هذا يتضح لنا أن وجود كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) لا يؤدي إلى انتفاخ الياف البروتين ومن ثم يحفظها من التلف .

ويعتبر التحكم في انتفاخ الياف البروتين عن طريق استخدام ملح الطعام أمر حيوي جدا في صناعة الجلود المدبوغة حيث ثبت أنه كلما زادت كمية الملح المستخدمة كلما زاد انسياس الجلود وكلما قل انتفاخ اليافها بفعل الأحماض $++$ والواقع أن الموازنة الواضحة بين الكمية المستخدمة من كل من ملح الطعام والحمض أثناء عملية دباغة الجلود تعتبر إحدى العوامل الأساسية التي تتحكم في نوعية الجلود المدبوغة .

وفي نهاية تناولنا للعوامل التي تتحكم في انتفاخ ألياف البروتينات لابد من القول أنه قد ثبت أن هناك علاقة مباشرة بين انتفاخ الألياف البروتينات وبين درجة حموضة أو قلوية الوسط الذي توجد فيه والتي يعبر عنها عادة بالأس الهيدروجيني السالب (PH Value) ولقد أثبتت الدراسات التي أجريت في هذا الموضوع أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تكون عند الحد الأدنى عند نقطة التعادل الكهربى (Isoelectric Point) بينما وجد أنها تزيد زيادة ملحوظة في كل من الوسط الحمضى والوسط القاعدى ٠٠ ولقد وجد أيضا أن قابلية ألياف البروتين للانتفاخ تتزايد في الوسط الحمضى بالتدريج وأنها تبلغ مداها عندما يصل الأس الهيدروجينى السالب (P H Value) إلى القيمة ٣ وهى القيمة التى تتأين عندها جميع المجموعات الكربوكسيلية فى الأحماض الأمينية المكونة للبروتين ٠٠ وهذا ما سوف يتضح لنا من الرسم البيانى الآتى الذى يمثل العلاقة بين الأس الهيدروجينى السالب PH Value وبين قابلية ألياف البروتين للانتفاخ ٠٠ ويطلق عليه عادة اسم منحنى الانتفاخ .



(After Thorstensen)

وبعد أن انتهينا في فصلي هذا الباب من مناقشة كيفية تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردي أو الجلد أو الرق والعوامل التي تنحكم في هذا التلف فسوف نختتم الحديث عن الأسس العلمية للعلاج والترميم والصيانة بإعطاء لمحة موجزة عن أهم الوسائل التي يمكن بواسطتها صيانة الكتب والوثائق والمخطوطات وهي :

أولا - التحكم في الاضاعة :

من الواجب تحديد كمية الاضاعة والتحكم في نوعية الضوء الذي تتعرض له الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بأنواعها المختلفة سواء كانت مصنوعة من الورق أو البردي أو الجلد أو الرق حتى يمكن الإبقاء عليها أطول مدة ممكنة . . ويمكن تلخيص الاحتياطات الواجب اتخاذها في هذه الحالة فيما يأتي :

(أ) استبعاد الأشعة فوق البنفسجية استبعادا تاما :

وقبل أن نبدأ في تناول الوسائل التي يمكن بواسطتها استبعاد الأشعة فوق البنفسجية لابد لنا أولا من أن نحدد المصادر الضوئية التي يتحتم استبعاد الأشعة فوق البنفسجية منها وهي :

— جميع أشكال الاضاعة الطبيعية .

— جميع لمبات الفلورسنت فيما عدا النوعين اللذين تنتجها شركة فيليبس وهما فيليبس ٣٧ وفيليبس ٢٧ .

أما وسائل استبعاد الأشعة فوق البنفسجية فهي :

١ - استخدام مرشحات ضوئية لامتناس هذه الأشعة سواء على شكل أنواع خاصة من الزجاج أو عن طريق دهان زجاج النوافذ وفترينات العرض ببعض الأنواع الخاصة من الورديش من مركبات البنزوفينون والبنزوتريازول (Benzophenone and Bensotriazole) .

٢ - تجنب سقوط الضوء المباشر على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بل يجب أن يسقط الضوء منعكسا من سطح جدار مغلف بملاط أبيض مثل ملاط الجبس أو الجير . . وذلك على أساس أن الملاط يمتص معظم الأشعة الضارة ولا يعكسها .

(ب) التقليل من شدة الاضاعة :

سبق أن ذكرنا أن الدراسات العديدة التي أجريت على تأثير الضوء

على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية قد أجمعت على أنه لا يجب أن يزيد سعة الإضاءة عن ١٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع الجيدة من الورق والتي لا تحتوي على أية أصباغ ولا تزيد عن ٥٠ لوكس بالنسبة للأنواع غير النقية أو المصبوغة .

ومن الوسائل المقترحة لتقليل من سعة الضوء وكميته الوسائل الآتية :

- ١ - استخدام ستائر معتمة لخزانات العرض ولشبابيك صالات العرض حتى يمكن إظلامها طوال الوقت فيما عدا الوقت المحدد للزيارة .
- ٢ - عرض وتخزين الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة بالتبادل .

ثانياً - التحكم في الظروف الجوية :

لقد اتضح لنا عند الحديث عن العوامل التي تتحكم في تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية أن السليولوز وهو المكون الأساسي للورق والبردى يتعرض لتلف عن طريق انحلل المائي والتأكسد والتفاعلات الضوء كيميائية وأن جميع عوامل التلف هذه تزداد حدتها بفعل الحرارة . . ومن ناحية أخرى فقد ثبت أيضاً أن المعدل الذي تلف به المواد السليولوزية ينخفض كثيراً ويصل الى الحد الأدنى في الأجواء الجافة وعند درجات الحرارة المنخفضة ، الا أننا نجد في نفس الوقت أن كلا من الجلد والرق يفقد مرونته في مثل هذا الجو ويتحول الى أجسام صلبة ولكنها هشة . . كما أن الورق هو الآخر يفقد مرونته ويتحول الى أجسام هشة سهلة الكسر . . ولذلك فانه إزاء هذه التأثيرات المتضاربة فانه يفضل دائماً الالتزام بحل وسط وهو ربط الرطوبة النسبية بحوالى من ٥٠ الى ٥٥٪ عند درجة حرارة من ١٨ الى ٢٥ م . . . وهي القيمة التي اتفق أغلب الدارسين على انها انسب درجات الحرارة والرطوبة لتخزين وعرض الكتب والمخطوطات والوثائق . . وعلى أية حال فان التحكم في درجات الحرارة والرطوبة النسبية يحل فقط نصف المشكلة . . وذلك على أساس انه يلزم لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف الكيميائي تقيية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية من مخلفات الاحتراق غير الكامل للوقود وغازات التلوث الجوى وذرات الأملاح التي تتناثر في أجواء المدن الساحلية .

وانطلاقاً من هذه المبادئ فانه يمكن القول بأن عناصر التحكم في الظروف الجوية هي التهوية وتنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب

والأرشيف والوثائق التاريخية وتثبيت الحرارة والرطوبة النسبية عند الدرجات المناسبة والمأمونة ٠٠ وسوف تتناولها بإيجاز شديد وذلك على النحو التالي :

١ - التهوية : (Ventilation)

التهوية الملائمة ضرورة من ضرورات الحياة داخل دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠ إلا أن غاز الأكسجين من وجهة نظر الصيانة يعتبر من الغازات الجوية الضارة إذ يؤكسد السليولوز في وجود الضوء ويسبب في إضعاف الأوراق لصنوعه منه وخاصة في وجود الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي قصير الموجة كالأزرق والبنفسجي ٠٠ وقد وجد أن استبدال الهواء بغاز النيتروجين يقلل من تأثير الضوء على الكتب والمخطوطات والوثائق سواء كانت مصنوعة من مواد سليولوزية أو مواد بروتينية وذلك بنسبة ١ : ٣ : ٠٠ كما وجد أن استبدال الهواء بغاز غير نشط له تأثير ملحوظ بالنسبة لثبات الصبغات إذ يزيد من مقاومتها لتأثير الضوء حوالي عشرة أضعاف .

وقد استفادت الهيئة القومية للمعايرة بالولايات المتحدة الأمريكية من هذه الحقائق وكأتم بحفظ القماش الذي يحمل إعلان استقلال الولايات المتحدة في جو من الهيلوم مع استخدام مرشح ضوء أصفر لزجاج خزنة العرض .

ولا شك أن استبعاد الهواء مفيد ، ، ولذلك يجب عرض وحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات مفرغة الهواء ٠٠ ولما كان تفرغ الهواء يؤدي عادة إلى نقص الرطوبة النسبية وتعرض الكتب وغيرها لأخطار الجفاف وفقدان المرونة فإنه يفضل استبدال هواء الفترينات بالنيتروجين أو أحد الغازات الخاملة مثل الهليوم أو الأرجون في خزانات عرض الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة .

٢ - تنقية الهواء : (Filtration)

ليس هناك في الواقع وحتى الآن طريقة للتخلص نهائياً من أخطار الشوائب الجوية ٠٠ وبالرغم من ذلك فإنه يمكن تنقية الهواء الداخل إلى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية إلى حد كبير باستخدام المرشحات الالكتروستاتيكية لترسيب المواد المعلقة في الجو ٠٠ أما فيما يختص بالشوائب الغازية فقد أمكن التخلص جزئياً من غاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز الأوزون بمرار الهواء الداخل إلى دور الكتب في مرشحات تحتوي على فحم نباتي منشط (Activated charcoal) وفي هذا

الخصوص فقد تمكن المستولون عن الصيانة في الأرشيف القومي بواشنطن
باليوليات المتحدة الأمريكية من استحداث طريقة أمكن بها التخلص الى حد
كبير من الشوائب الغازية . وهذه الطريقة تتلخص في امرار الهواء الداخل
الى اجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية من خلال أنابيب
تحتوي ماء مضافا اليه بعض المحاليل القلوية . . وثمة طريقة أخرى لتلافي
أخطار الشوائب الغازية وهي حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق في
خزانات محكمة الغلق وتجنب فتحها دون داع ، وذلك على أساس أن
ما يهبأها من شوائب غازية سوف يستهلك يتفاعله مع محتوياتها وسيظل
الجو المحيط بها خاليا من هذه الشوائب الى أن يماد فتحها ويدخل هوا
جديده محمل بالشوائب الغازية اليها .

٣ - التحكم في درجات الحرارة والرطوبة : Temperature and Humidity Control

يتضح لنا مدى حساسية الورق للرطوبة من الاحصائية التي أجراها
المتحف البريطاني والتي أثبتت أنه اذا تعرضت كمية من الورق زنتها
١٠٠٠ طن الى تغير في كمية الرطوبة النسبية من ٥٧٪ الى ٦٣٪ عند درجة
حرارة ١٦ م فانها تكتسب زيادة في كمية الماء الحر بها تصل الى ٩٠٠
كيلو جرام من الماء . . ولهذا السبب لابد من الاحتفاظ دائما بكمية
الرطوبة في اجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عند الدرجات
الأمومة وذلك حتى يمكن تلافي الأخطار الناجمة عنها .

(أ) الحد الأدنى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

المواد التي تحتوي ذاتيا على نسبة من الرطوبة هي بطبيعة الحال
المواد الحساسة للجفاف ومن المواد التي تتعرض للتلف من جراء الجفاف
الزائد عن الحد المسموح به الورق والبردي والجلد والرق والمواد اللاصقة
كالغراء والنشا وغير ذلك .

ولقد أثبتت التجارب الثيرة التي أجريت في هذا المجال أن الحد
الأدنى المسموح به للرطوبة النسبية هو ٥٠٪ في حدود درجات الحرارة
التي تقل الراحة لرواد دور الكتب والأرشيف والوثائق وهي تتراوح
ما بين ١٦ ، ٢٤ م . . ويكفي تهيئة الظروف المناسبة بمراعاة الاحتياطات
الضرورية من حيث التهوية أو التدفئة حسب الظروف السائدة .

(ب) الحد الأقصى المسموح به للحرارة والرطوبة النسبية :

ان الخطر الكبير الذي يترتب على زيادة الرطوبة النسبية عن الحد

المامون هو نمو الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .. فنمو الفطريات على مواد مثل الرق والجلد والورق والبردى والمواد العضوية بصفة عامة يتزايد بتزايد الرطوبة النسبية ..

بل يمكن القول بأن نمو الفطريات يعتبر دالة كافية على زياده الرطوبة النسبية عن الحد المأمون .

ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن إيقاف نمو الفطريات اذا ما كانت الرطوبة النسبية لا تزيد عن ٦٥٪ .. وبذلك تكون هذه الكمية من الرطوبة هي الحد الأقصى المسموح به فى حدود درجات الحرارة التى تتراوح بين ١٦ ، ٢٤ م .

ومن ناحية أخرى أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين المغلقة تكفل عدم تزايد الرطوبة عن الحد المأمون خاصة اذا وضع داخلها كمية مناسبة من المواد الماصة للرطوبة مثل السيليكا جل (Silicagel) وأخيرا يمكن القول بأن انشاء نظام مركزى للتكييف سوف يكفل دون شك توفر الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق الأمر الذى يحتم انشاءهما كانت تكلفته المادية .

ثالثا - التحكم فى كمية الرطوبة :

من المعروف جيدا أن السليولوز وهو المادة الرئيسية المستخدمة فى صناعة الورق عبارة عن سلاسل طويلة (Long fibrous chains) تتكون من وحدات أو بالأحرى جزيئات الجلوكوز المرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط كيميائية (Chemical bonds) ومن المعروف كذلك أن سلاسل السليولوز هذه يطلق عليها عادة اسم جزيئات السليولوز الكبيرة (Cellulose macro molecules) تكون عرضة للتكسر الى وحدات أصغر بفعل الأحماض والقلويات .

ومن الثابت الآن أن الأحماض القوية تؤدي الى تكسر أو تهتك الروابط الكيميائية التى تربط بين جزيئات الجلوكوز فى سلاسل السليولوز مؤدية الى اضعاف متانة ألياف السليولوز ، وهذا بدوره يؤدي الى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها ..

بينما تؤدي القلويات القوية الى سهولة تأكسد السليولوز . الأمر الذى يؤدي أيضا الى ضعف متانة أو قوة الورق .

ولقد أثبت بارو (W. J. Barrow) أن الأحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة فى صناعة الورق وعلى وجه الخصوص

الشبب والتقنرية أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة في الجو وبالأخص غاز ثاني أكسيد الكبريت أو عن طريق الأحبار المستخدمة في الكتابة وبالأخص أحبار الحديد . كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التي تتسبب في تلف الورق .

ولهذا السبب فانه يتعين مداومة قياس درجة حموض الورق (P H Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب . وتتلخص الطرق التي يمكن اتباعها لصيانة الورق وغيره من المواد التي تصنع منها الكتب والمخطوطات والوثائق فيما يلي :

١ - تنقية الهواء الداخل الى أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق من الشوائب الغازية الحمضية باتباع الطرق السابق الإشارة إليها .

٢ - إزالة أو التخلص من حموضة الورق سواء باستخدام مواد ذائبة في الماء أو باستخدام مواد ذائبة في مذيبيات عضوية .

وسوف نتناول طرق إزالة الحموضة الزائدة عند الحديث عن تطبيقات العلاج والترميم .

رابعا - تنقية الورق من المواد غير السليولوزية :

عندما يتعرض الورق وخاصة النوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (Ground Wood Paper) الى تأثير أشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية أو الى درجة حرارة عالية أو لتأثير الشوائب الغازية الموجودة في الجو ، فان لونه يتغير الى اللون البني أو الأحمر المائلين الى الصفرة . أو ربما يؤدي ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق على هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التي تطرأ على مكونات الورق غير السليولوزية ، وعلى وجه الخصوص مركب اللجنين (Lignin) .

وفي هذه الحالة فانه يتحتم معالجة الورق بإجراء ما يعرف باسم عمليات التبييض (Bleaching) لاعادة لونه الى ما كان عليه . وكذلك تنقيته من اللجنين الذي يؤدي الى تكون المركبات البنية اللون التي تتسبب في تبقع الورق .

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين من تلف فلعله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن التركيب الكيميائي للأخشاب وهو على النحو التالي :

١ - المركبات السليولوزية : وهي تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب .

٢ - اللجنين : وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب .

٣ - السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانين : وهي تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب .

وفي عام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلور مكونا مركبات تذوب اما في كبريتات الصوديوم أو المحاليل القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك مكونات الأخشاب السليولوزية .

ورغم تطبيق هذه الطريقة في الصناعة إلا أن استخدامها في علاج الكتب والمخطوطات والوثائق لم يلق أدنى استجابة خشية ما قد تسببه من تلف . وفي محاولة مني للتصدي لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين في عمليات تبييض الورق رأيت أن أبحث في استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين للتخلص من اللجنين أو حتى لتقليل من كميته على أقل تقدير .

ويتميز غاز ثاني أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ - فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية غاز الكلور بمقدار ٢,٦٣ ضعفا .

٢ - له قابلية كبيرة لأكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التي تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديدة اللون تذوب في الماء دون أن يؤثر ذلك على السليولوز ، الأمر الذي يجعل استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين في تنقية الورق من اللجنين أمرا منطقيا بل مرغوبا فيه .

ومن الناحية العملية فإنه يمكن استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره في الماء واستخدام المحلول الناتج . ومن ناحية أخرى فإنه يمكن توليد غاز ثاني أكسيد الكلورين بإضافة الفورمالين الى محلول كلوريت الصوديوم . وفي هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة .

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثاني أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر ، وهذا يحتم تبييض الورق بعد الانتهاء من عملية العلاج .

وعلى هذا الأساس فإن عملية التنقية تتم على النحو التالى :

١ - أكسدة النجسين وغيره من الشوائب التى تسبب تلون الورق وتحويلها الى مركبات عديدة اللون يمكن ازالتها بالماء .

٢ - ازالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة .

٣ - تبييض الأوراق المعالجة .

وعلى أية حال فسوف نتناول عملية تنقية الورق بالتفصيل عند الحديث عن تطبيقات العلاج والصيانة .

خامسا - مقاومة وإبادة الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة :

يظهر التلف الذى ينتج عن الحشرات بسرعة وللعين المجردة ويكون التآكل شديدا متى بدأ ، بينما الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة تكون فى بدايتها بصفة خاصة غير ظاهرة وتأثيرها بطىء ، ولو أنها بمرور الزمن تتسبب فى تلف غير قليل .

وتجدر أن المواد البروتينية كالجلد والرق تكون أكثر عرضة للإصابة بالحشرات بينما المواد السليولوزية كالبردى والرق تكون أكثر عرضة للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

والحشرات التى تصيب المواد البروتينية تتغذى عليها بينما تتسبب الكائنات الحية الدقيقة فى تكسير الألياف السليولوزية بفعل الأنزيمات التى تفرزها لتصبح صالحة كغذاء لها .

وتوجد بعض الحشرات التى لا تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق ذاتها ولكنها تصيب المواد الثانوية التى بها كالمواد اللاصقة من نشأ وغراء وغير ذلك أو تتغذى على مواد مجاورة لها .

وتوجد عدة وسائل لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار الآفات الحشرية والكائنات الحية الدقيقة نلخصها فيما يأتى :

١ - تنظيم الرطوبة : (Humidity Control)

يمكن تجنب الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات بالتحكم فى درجة الرطوبة النسبية والحرارة . ولقد أثبتت التجارب أنه يمكن تجنب الإصابة بالفطريات بالاحتفاظ بالرطوبة النسبية عند درجة أقل من ٦٨٪ والاحتفاظ بدرجة الحرارة فيما بين ١٢ ، ٢٥ درجة

مشوية ٠٠ ويمكن أن يتم ذلك بوضع كمية مناسبة من السيليكا جل (Silica gel) في خزانات العرض ٠٠ وقد دلت بعض التجارب أنه يمكن الاحتفاظ بدرجة الرطوبة عند حوالي ٥٥٪ إذا وضعت السيليكا جل في الخزانات بمعدل ٣ كيلو جرام لكل متر مكعب .

٢ - التبخير : (Fumigation)

وذلك بوضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات تبخير محكمة الغلق وتعرضها لتأثير غازات قاتلة للحشرات مثل غاز سيانيد الهيدروجين أو ثاني كبريتيد الكربون أو غاز بروميد الميثيل .

٣ - العلاج بالمبيدات العشرية : ومن أهمها :

- الشل تو كس (Shelltox) وهو سائل يبيد مجموعة كبيرة من الحشرات ويحتوى على ٥٠٪ من الداي الدين (Dieldrin) وبعض المبيدات الأخرى من مذهب عضوى .
- ال د د ت (D.D.T.) .
- الميستوكس (Mystox LSE) .

٤ - العلاج بمواد مبيدة للفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة :

ومن أهمها المبيدات الآتية :

- البريفنتول (Preventol) .
- الميستوكس (Mystox LPL) .
- الأورثوفينيل فينول (Orthophenyl Phenol) وهو قاتل للبكتريا وجذور الفطريات (Fungal Spores) والعفن السطحي (Surface Mildew) .

٥ - اجراءات وقائية : (Protective Measures)

تؤدى المبيدات والتبخير الى اباداة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة ولكنها لا تكفل مناعة للكتب والمخطوطات والوثائق ضد أية اصابات قد تتعرض لها في المستقبل ٠٠ ولذلك فإنه يصبح من الضروري اتخاذ اجراءات أخرى لوقايتها من الاصابات التى تكون عرضة لها ٠٠ وتشمل هذه الاجراءات أو الاحتياطات ما يلى :

(Physical Barriers) (أ) وسائل طبيعية مانعة للإصابة :

وتشمل هذه الوسائل وضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزائن محكمة الغلق أو وضعها داخل أكياس من النايلون أو البولي - إيثيلين ، إن بعض أطوار الحشرات الحديثة القفص يمكن أن تمر إلى داخل المكان الذي تحفظ فيه الكتب والمخطوطات والوثائق من فتحة لا يتعدى قطرها ١٢ مم .

ولا كانت نمة احتمالات لتكثف الرطوبة داخل الأكياس إذا هبطت درجة الحرارة . وبذلك تكون الظروف ملائمة لنمو الفطريات والبكتيريا تتوفر الرطوبة وتدمج جدد الهواء . لذلك فإنه يجب أن تكون كل الكتب والمخطوطات والوثائق التي نحفظ داخل الأكياس خالية تماما من أية إصابة ومعدية تعقيا كاملا ومؤكدا .

(ب) وضع مواد واقية من الإصابة :

ومن أهم هذه المواد مخلوط من الباراداي كلوروبنزين (البارادكس) والنفتالين إذ أن أبخرتهما التي تتسامى في درجة الحرارة العادية تقتل البقعات والبيض .

وسوف نتناول طرق مقاومة إبادة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة بالتفصيل في الباب الثالث من هذا الكتاب .

سادسا : تأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث :

ليس هناك من وسيلة لتأمين الكتب والمخطوطات والوثائق من الكوارث سوى إقامة نظام حديث للإنذار والإطفاء الآلي . وتوجد الآن الكثير من الشركات المتخصصة في تصنيع أجهزة الإطفاء والإنذار ويجب الالتفات إليها للاستفادة من خبراتها في هذا المجال .

الباب الثانى

طرق فحص
الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية

الفصل الأول

طرق فحص الورق والتبردى

ملخص :

يتكون الورق بصفة أساسية من الياف السليولوز ٠٠ وحسبما يرى كروس وبيغان فإن السليولوز يقاوم الى حد كبير تأثير غاز الأكسجين وغيره من العوامل المؤكسدة ٠٠ وهذه الخاصية هي التي أهلته ليقوم بدوره في التطور الحضارى للبشرية حيث استخدم كمادة للكتابة عليها وكحوامل لأعمال الفن ٠٠ ونجد أن كروس وبيغان قد أوضحا الفروق الهامة بين أنواع الورق المصنوع من سليولوز القطن ، وهي الأنواع التي تتميز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف ، وبين أنواع الورق الأخرى المصنوعة من الخشب المصحون (Ground Wood Paper) ونباتات الحلفا والحشائش وغيرها من النباتات ، وهي الأنواع التي تحتوى بالإضافة الى السليولوز مواد أخرى أهمها اللجنين والتانينات والسكر والنشا ٠٠ ومن ثم نجد أنها ذات قابلية كبيرة للتلف ٠٠ وعلى ذلك نجد أن المتخصصين في صناعة الورق قد عنوا بإزالة هذه المركبات غير السليولوزية بغرض الحصول على أنواع من الورق أكثر ثباتا وأكثر مقاومة للتلف .

وعلى هذا الأساس يمكن القول بأن أفضل أنواع الورق وأكثرها ملائمة للوثائق التاريخية وأعمال الفن هي تلك الأنواع المصنوعة من الخرق البالية أى المصنوعة من سليولوز القطن .

ومن ناحية أخرى نجد أن القلقونية والفراء والنشا ، وهي المواد الرابطة التي تستخدم في عمليات صقل الورق ، وكذلك المواد الملائمة

كن تغسل وبودرة التلك التي تضاف الى المواد الخام بغرض اكساب الورق نوعاً من العتامة ونعومة اللمس تضعف هي الأخرى من مقاومة الورق لعوامل التلف .

ومى كن هذا يمكن القول بان نجاح عمليات العلاج والصيانة يرتبط وينتف على مدى استطاعتنا معرفة وتحديد المواد الداخلة فى تركيب الورق . الأمر الذى يتطلب الاثام بمصادر المواد الخام التى استخدمت فى صنائه الورق تير العصور وكذلك الاثام بطرق فحص الورق .

مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق :

أجمعت الآراء على أن المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق عبر العصور المختلفة يمكن تقسيمها الى مجموعات حسب مصادرها وذلك على النحو الآتى :

(أ) مجموعة الحشائش :

وتشمل نبات الاسبارتو (Esparto) الذى ينمو فى اسبانيا وشمال افريقيا . ونبات الخيزران أو القاب الهندى والقش والتهن وغير ذلك من النباتات المائلة . . وقد كانت هذه الأنواع من الحشائش تستخدم وحدها فى الماضى . . أما فى الوقت الحاضر فيضاف اليها فيمعدا الخيزران نسبة من ألياف القطن القوية أو من لب الخشب . . ولقد كانت هذه الأنواع تستخدم فى العصر المسيحى المبكر كمصدر رئيسى لصناعة الورق المعروف باسم الورق الصينى وغيره من أنواع الورق الأخرى التى كانت معروفة قديما فى البلدان الشرقية . . ويعتقد أن هذه الحشائش كانت أقدم مصادر المواد الخام التى استخدمت فى صناعة الورق .

٢ - مجموعة الألياف :

وتشمل القطن والكتان والقنب وأوراق شجر التوت . . ولو أن أجود أنواع الورق هى التى تصنع من ألياف الكتان الا أن انتاجه المحدود لا يكفل استخدامه كمصدر رئيسى فى صناعة الورق . . ونجد أن الصين واليابان قد اعتمدت منذ أقدم الأزمنة على ورق أشجار التوت فى صناعة الورق .

٣ - مجموعة لب الخشب :

يوجد نوعان متميزان من لب الخشب : النوع الأول : هو لب الخشب المصنوع بطريقة صحن الخشب ميكانيكيا ثم نقيه ، أما النوع :

اثنائي : فيو لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية ونجد أن الورق المصنوع من لب الخشب المحضر بالطريقة الأولى يظل محبوساً على المركبات غير السيلولوزية كاللجنين والتانينات ولذلك نجده فريسة سهلة لعوامل التلف ، بينما نجد أن الورق المصنوع من لب الخشب المحضر بالطرق الكيميائية قد تخلص من نسبة كبيرة من هذه المركبات غير السيلولوزية .
ولهذا نجده أكثر من النوع الأول مقدرة على مقاومة عوامل التلف .

ولقد استخدم لب الخشب في صناعة الورق على نطاق تجارى منذ ما يزيد على السبعين عاماً وقد أصبح الآن المصدر الرئيس لصناعاته .

٤ - مجموعة الخرق البالية :

أنتجت أفخر أنواع الورق وأكثرها مقدرة على مقاومة عوامل التلف من الخرق البالية على اختلاف أنواعها . . وقد اشتهرت بلدان الشرق منذ أقدم الأزمنة بإنتاج هذا النوع من الورق الذي كان يصنع بطريقة يدوية .

طرق فحص الورق

أولاً - طرق التعرف على نوعية الألياف المستخدمة في صناعة الورق :

يمكن الاستدلال على وجود الألياف الخشب غير المنقى بإضافة نقطة واحدة من عدة محاليل كيميائية على الورق مباشرة . . ومن الضروري جداً في هذه الحالة اختيار مكان غير ظاهر بعيداً عن الكتابات والتآكل من أن المحاليل الكيميائية المستخدمة في عمليات التعرف لا تسبب في أحداث تلف بالأوراق التي يجري فحصها . . وكقاعدة عامة يجب تجنب استخدام محاليل الأحماض المعدنية ، والمحاليل الكيميائية التي تستخدم عادة لهذا الغرض هي :

١ - محلول الفلوروجلوسين : (Phloroglucin)

يحضر محلول الفلوروجلوسين بإذابة جرام واحد من الفلوروجلوسين في مزيج يتكون من ٢٥ ملليمتراً من كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك المركز . . ويحفظ محلول الفلوروجلوسين في زجاجات بنية اللون وبعيداً عن الضوء .

وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول على ورق يحتوي على نسبة صغيرة من الألياف الخشب غير المنقى يصطبغ الورق على الفور ببقعة قرمزية اللون . . أما في حالة احتواء الورق على ألياف الخشب غير المنقى بنسبة ٥٪ أو أكثر فإن الورق يتلون ببقعة ذات لون أحمر غامق .

ونجدر الإشارة الى أن هذه الطريقة لا يصح استخدامها في حالة الأوراق الملونة أو المصبوغة وذلك على أساس أن حمض الهيدروكلوريك المتحرر في محلول الفلوروجينوسين يتسبب عادة في تغير لون الورق الى اللون الأحمر .

٢ - محلول كبريتات الأنيلين : (Aniline Sulphate)

ويحضر بإذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين في ٥٠ سم^٣ من الماء .
يضاف اليه نقطة واحدة من حمض الكبريتيك المركز .

وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق المحتوي على ألياف من الخشب غير المنقى فان المكان المعالج يسطبخ ببقعة صفراء اللون .

٣ - محلول البارانيتروانيلين : (Paranitrol aniline)

ويحضر بإذابة ٥ جم من كبريتات الأنيلين في ٥٠ سم^٣ من الماء المركز . وبإضافة نقطة واحدة من هذا المحلول الى الورق الذي يحتوي على ألياف من الخشب غير المنقى تظهر على الفور بقعة صفراء اللون .

وبالإضافة الى المحاليل الكيميائية السابق ذكرها توجد بعض التركيبات الكيميائية التي يمكن بواسطتها التفرقة بين لب الخشب المنقى وغير المنقى كما يمكن بواسطتها تمييز معظم عجائن الورق التي لم يجر لها عمليات تبييض (Bleaching) وبيانها كالآتي :

(١) محلول مركز من كلوريد الماغنسيوم ٢ جزء

محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٢ جزء

محلول مركز من كلوريد الزنك ٢ جزء

ماء ٦ أجزاء

٨٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٧ أجزاء

ويراعى مزج مركبات الكلوريد أولا وبعد ذلك يضاف اليها الماء واحداً يضاف محلول اليود ٠٠ ويحفظ المحلول الرااق بعد أن يضاف اليه قليل من اليود في زجاجة معتمة غامقة اللون حتى لا يفقد المحلول قدرته على تلوين الألياف ٠٠ ويمكن التصرف في نسب مزج المكونات المختلفة بغرض الحصول على أقصى تباين في لون البقع الناشئة عن تفاعل مكونات المحلول مع ألياف العجائن المختلفة المراد فحصها ٠٠ كما يمكن استبدال محلول كلوريد الماغنسيوم بمحلول من كلوريد الألومنيوم .

وتجدر الاشارة الى أن البقع الناشئة عن التفاعل يمكن أن تحتفظ بخصائصها مدة طويلة من الزمن قد تصل الى عدة أسابيع أو شهورا اذا ما عزلت عن تأثير الهواء والضوء .

وتجد أن محلول كلوريد الزنك يتفاعل مع الألياف بحيث يظهر عليها لون أزرق . أما كلوريد الكالسيوم فينتج عنه لونا أزرقا واضحا فى حالة عجائن المصنوعة بالطرق القلوية ، على الرغم من كونه يعطى معظم الألياف لونا أحمر كما يفعل كلوريد الماغنسيوم وكلوريد الألومنيوم .

وكما قلت كمية الماء المستعمل كلما أمكن الحصول على تباين أكثر فى لون البقع الناتجة . والواقع أن هذا التركيب يعطى أفضل النتائج عندما يراد التفرقة بين عجائن الورق المصنوعة من الخرق وبين عجائن الورق المصنوعة من الخشب المسحون أو الخشب المعالج بالطرق الكيميائية .

(ب) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٥ أجزاء

ماء ١٠ أجزاء

٢٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٤ أجزاء

(ج) محلول مركز من كلوريد الكالسيوم ٤ أجزاء

ماء ٧ أجزاء

١٪ محلول يوديد البوتاسيوم المشبع باليود ٥ أجزاء

ويلاحظ اذا ما نظرنا الى التركيبتين الكيميائيتين (ب) ، (ج) أن نسبة محلول يوديد البوتاسيوم واليود والماء لها أهمية كبرى حيث يترتب عليها تغيرات أساسية فى نوعية ألوان البقع الناشئة . كما أن تأثير مدى ذوبان اليود فى بعض محاليل الكلوريدات لا يقل أهمية عن تأثير الكلوريد ذاته . ولهذا يجب اختبار تأثير هذه التركيبات الكيميائية على عينات مأخوذة من أوراق قليلة الأهمية .

والواقع أن فحص الورق باستخدام التركيبات الكيميائية سألقة الذكر يتطلب خبرة كبيرة بالخصائص الميكروسكوبية للبقع الناتجة عن تفاعل هذه التركيبات مع ألياف الورق والمواد الداخلة فى تركيبه . ويلزم مقارنة الأطياف أو الألوان الناتجة بالجدول القياسية للحصول على أفضل النتائج .

ولما كان الأمر كذلك ، فلعله يكون من المفيد أن نورد فى هذا الصدد

جميعية اعداد اشرايح الميكروسكوبية والظروف المناسبة لفحص الميكروسكوبى .. وحى على النحو التالى :

نصف المحاليل الكيميائية الكاشفة الى عدد من ألياف الورق المراد فحصه بدءا وضعيا على شرائح ميكروسكوبية .. وسوف يتم التفاعل بينهما على دقائق معدودة .. وعندها تصطبغ ألياف الورق بالبقع اللونية الناتجة عن التفاعلين بدءا بعملية الفحص الميكروسكوبى باستخدام ضوء قوى يمرر من خلال مرشحات زرقاء .. وفى هذه الحالة يمكن اتباع أسلوب الضوء المنفذ ، أو الضوء المنعكس .. ويفضل وضع الشريحة الميكروسكوبية على حامل أبيض اللون .. ومن المصاويل التى تكفل اتمام عملية الفحص الميكروسكوبى على الوجه الأكمل كون البقع اللونية نظف ظاهرة لمدة ساعات من بدء التفاعل بين المحاليل الكيميائية الكاشفة وبين ألياف الورق .. ونجد أن الضوء يتفاعل مع البقع بحيث تبدو تحت الميكروسكوب بألوان مختلفة تبعا لنوعية الألياف المستخدمة فى صناعة الورق وذلك على النحو الموضح فيما يلى :

أحمر : ألياف قطن أو قنب مبيض أو ورق شجر التوت .

قرمزي مائل الى البرتقالى : ألياف منقاة أو مبيضة أو ألياف تحتوى على لب الكبريتيت (Sulphite Pulp)

لافاندر شاحب جدا : ألياف مبيضة (Bleached) أو ألياف من لب الكبريتيت .

أحمر بنفسجى شاحب : ألياف منقاة أو مبيضة أو ألياف من لب الكبريتيت أو ألياف مأخوذة من خشب صلب أو ألياف من نبات الاسبارتو المبيض .

أحمر بنفسجى غامق : ألياف منقاة أو مبيضة أو من لب الكبريتات (Sulphate Pulp)

أزرق بنفسجى : ألياف مبيضة أو من لب الكبريتات

أزرق رمادى : ألياف من لب الصودا (Soda pulp) المبيض أو غير المبيض أو ألياف من لب الاسبارتو المبيض .

أزرق : ألياف مبيضة من لب نبات الحلفا
أو الألياف مبيضة من لب الخيزران
(الغساب الهندى)

أصفر غامق : ألياف من لب الخشب المنسحق
غير المنقى أو الألياف من الجوت
الغير منقى أو أية ألياف تحتوى
على اللجنين .

الألوان الصفراء بدرجاتها المنخفضة : لب كبريتيت غير مبيض .

ومن هذا يتضح لنا أن الألياف الورق التى تحتوى على نسبة عالية من الألفا سليولوز Alpha Cellulose مثل ألياف القطن والكتان والألياف المصنوعة من لب الورق المنقى وهى بطبيعتها أكثر أنواع الألياف مقاومة لعوامل التلف - تتفاعل مع المركبات الكيميائية الكاشفة السابق ذكرها بحيث تبدو البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب حمراء، أو مدمرة اللون . أما الألياف التى تتفاعل مع هذه المحاليل بحيث تظهر البقع الناتجة عن التفاعل تحت الميكروسكوب مزرقة اللون فإنها بطبيعتها أقل درجة فى مقاومتها لعوامل التلف . وفى نفس الوقت نجد أن الألياف التى تظهر نواتج تفاعلها مع المحاليل الكيميائية الكاشفة تحت الميكروسكوب صفراء اللون أقل أنواع الألياف مقاومة للتلف .

ويهمنى أن أنوه فى هذا الصدد إلى أن الأوراق المصنوعة من الألياف غير منقاه تتميز بسرعة التلف لاحتوائها على مركبات غير سنيولوزية بينما تتميز الأوراق التى تحتوى على نسبة كبيرة من الألفا سليولوز بمقاومتها الكبيرة لعوامل التلف وبقابليتها للبقاء .

التعرف على نوعية الألياف الورق باستخدام اليود

الدائب فى محلول يوديد البوتاسيوم :

لما كانت جميع المحاليل الكيميائية الكاشفة التى سبقنا الإشارة إليها تحتوى على أحماض الكبريتيك والهيدروكلوريك وأملاح الكلوريدات وهى بلا شك مواد لها خطورتها ، فلقد كان من الضروري البحث عن تركيبات كيميائية أخرى تعطى النتائج المطلوبة ولا تضر بالأوراق المراد فحص أليافها . ولقد ثبت بالتجربة أن اليود الدائب فى محلول يوديد البوتاسيوم بتركيز كبير يعطى بقعا لونية مميزة مع أغلب الألياف المستخدمة بصفة رئيسية فى صناعة الورق .

ويحضر محلول اليود المطلوب بإذابة عشرة جرامات من يوديد اليوتسبروم في خمسة ملينترات من الماء ثم يضاف إلى المحلول الناتج عشرة جرامات من اليود ٠٠ وبإضافة نقطة واحدة من المحلول الناتج إلى الورق اشراد فحصر أليافه تتكون عن الفور بقعة ذات لون بني شامق . ولكنها بعد أن تغسل بماء مقطر ثلاثة مرات متتالية يمكن تمييز اللون الناتج عن التفاعل بين مكونات المحلول والألياف الورق ٠٠ يحدد نوع الألياف المستخدمة في صناعة الورق الذي يجري فحصه طبقاً للون الناتج عن التفاعل وذلك على النحو التالي :

- الألياف المصنوعة من الخرق البالية
تعطي اللون الأحمر بدرجاته ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الصودا
تعطي اللون الأزرق ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الكبريتيت
تعطي اللون البنفسجي ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الخشب المصحون
تعطي اللون الأصفر ٠٠
- الألياف المصنوعة من لب الخشب الكيميائي غير المبيض
تعطي اللون البني بدرجاته ٠٠

ونجد أن نوعية البقع اللونية الناتجة عن التفاعل تتشابه مع تلك التي تنتج عن التفاعل مع المحاليل الكيميائية الكاشفة التي تحتوي على الكلوريدات واليود ولكنها تزول في وقت أقل .

ولا يفوتني أن أنوه إلى أن طبيعة التفاعل الذي يتم بين مكونات محلول اليود والألياف الورق تحتاج إلى مزيد من الدراسة كما أن نوعية البقع الناتجة عن التفاعل تحتاج إلى أخرى إلى مزيد من الفحص والتجربة حتى يمكن الوصول إلى نتائج نهائية ثابتة تساعد في النهاية على عملية التعرف على الألياف الموجودة في الأنواع العديدة والمتباينة من الورق التي قد يطلب البنا فحصها خاصة وأن صناعة الورق في الأزمنة القديمة كانت تتم دون مواصفات محددة .

ثانياً ... طرف التعرف على المواد الرابطة والمواد المائلة :

(Sizing and Loading Substances)

المواد الرابطة والمواد المائلة لا تؤثر بدرجة كبيرة على مقاومة الورق

لعوامل التلف ما لم توجد به بكمية كبيرة ٠٠ وسوف تقتصر هنا على طرق التعرف على المواد الرابطة والمالئة التي ثبت استخدامها في صناعة الورق منذ أقدم الأزمنة ويمكن تلخيصها على النحو التالي :

(أ) التعرف على المواد المالئة : Filling or Loading Substances

يمكن التعرف على المواد المالئة سواء كانت من الطفس أو غيره من المركبات المعدنية بالفحص الميكروسكوبى ٠٠ وحتى تظهر حبيبات هذه المواد واضحة تحت الميكروسكوب فانه من الضرورى معالجة عينة الورق المراد فحصه بمحلول من حمض الخليك القوى أو بمزيج من الجلسرين وحمض الكبريتيك والماء ٠٠ وإذا كان من المرغوب فيه تحديد كمية المواد المعدنية المالئة المستخدمة في صناعة الورق فيجب أن تحرق عينة موزونة من الورق المراد فحصه في بوتقة من المعدن أو الصينى عند درجة ١٠٥٠ م ثم يوزن بعد ذلك الرماد المتخلف عن عملية الحرق ٠٠ وبهذا يمكن تقدير كمية المواد المالئة المستخدمة .

(ب) التعرف على المواد الرابطة : Sizing materials

١ - النشا : (Starch)

يمكن التعرف على النشا الذى استخدم كمادة رابطة في صناعة الورق منذ أقدم الأزمنة وذلك بإضافة نقطة من محلول مخفف من اليود الذائب في يوديد البوتاسيوم الى العينة المراد فحصها ٠٠ وان ظهور لون أزرق أو لون أزرق مائل الى الأحمر يدل على وجود النشا .

وفي الحالات التى يمكن فيها أخذ عينة من الورق المراد فحصه يمكن اتباع الطريقة الآتية :

لما كان النشا لا يذوب في الماء البارد ولكنه يذوب عندما يضاف اليه ماء مغلى ٠٠ لذلك توضع العينة المأخوذة من الورق في دورق به ماء مغلى وترج جيدا ثم يرشح المحلول الناتج ويستخدم في عمليات التعرف على وجود النشا وذلك على النحو التالى :

اختبار اليود :

بإضافة محلول اليود الى محلول النشا يتكون لون بنفسجى يزول بالتسخين ولكنه يعود ثانية بالتبريد .

التحلل المائي :

عندما ينفخ محلول النشا مع حمض الهيدروكلوريك لعدة دقائق فإن النشا يحلحل إلى الجلوكوز ٠٠ وللكشف عن الجلوكوز الناتج عن تحلل النشا يعادل المحلول بعد تبريده بإضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم ثم يضاف محلول فهلنج ٠٠ وفي حالة وجود الجلوكوز يتكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز .

٢ - القلفونية : (Rosin)

يمكن التعرف على وجود القلفونية بأكثر من طريقة نوجزها على النحو التالي :-

- تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المراد فحصه وتغل مع حمض أنهيدريت الخليك (Acetic anhydrite) لمدة خمس دقائق ثم يترك المحلول ليبرد وبعدما يضاف إلى المحلول الناتج وبحذر شديد كمية قليلة من حمض الكبريتيك المركز ٠٠ وفي حالة القلفونية تتكون حلقة عائمة قرمزية اللون تهرب بسرعة عند رج المحلول (أو)

- توضع نقطة من الاثير على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه وترك لتتبخر ٠٠ وفي حالة وجود القلفونية تتكون حلقة منها أي من القلفونية حول الحدود الخارجية لنقطة الاثير (أو)

- تؤخذ قطعة صغيرة من الورق المراد فحصه وتغل مع حمض خليك ثلجي (Glacial acetic acid) أو مع كحول يحتوي على كمية صغيرة جدا من حمض الخليك ثم يصب المحلول الناتج في ماء مقطر بارد ٠٠ وفي وجود القلفونية تتكون على الفور عكارة واضحة (أو)

- توضع نقطة من حمض الكبريتيك المركز على مساحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصه ثم يضاف إليها بللورة من السكر ٠٠ وفي حالة وجود القلفونية يتكون على الفور لون أحمر مائل قليلا إلى الأصفر .

ويجب الإشارة إلى أن الطريقة الأخيرة قد لا تصلح للكشف عن القلفونية في حالة احتواء الورق على مواد زلالية أو إذا كان مصنوعا من الخشب الممتحون (Ground Wood) لأنها يعطيان نفس النتيجة .

وفد ادخلت على هذه الطريقة بعض التعديلات للحصول على نتائج أفضل عند فحص الورق الذى قد يكون النشا مستخدما فيه كمادة رابطة بجانب القلغونية ٠٠ وذلك على أساس أنه تنتج عن وجود النشا بقعة بنية اللون تطمس اللون الأحمر الذى يستدل به على وجود القلغونية وتتلخص التعديلات التى ادخلت على هذه الطريقة فيما يأتى : -

يحضر مزيج من حمض الخليك الثلجى ومحلول سكر مركز بنسبة ١ : ١ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة جدا من الورق المراد فحصه وتترك لتجف ثم يضاف إليها بعد الجفاف نقطة من حمض الكبريتيك المركز فتتكون بقعة من اللون الأحمر المائل قليلا الى الأصفر متفاوتة فى شدتها حسب نسبة وجود القلغونية بالورق (أو)

يحضر مزيج يتكون من ثلاثة أجزاء من حمض الكبريتيك المركز وجزأين من الجلسرين وجزء من الماء ٠٠ ثم توضع نقطة من هذا المزيج على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه ٠٠ يل ذلك إضافة نقطة من محلول مركز من السكر ثم نقطة من حمض الكبريتيك المركز فيتكون اللون الأحمر الذى يستدل به على وجود القلغونية .

ولا يفوتنى أن أشير فى هذا الصدد الى أن القلغونية من المواد التى تزيد من قابلية الورق للتلف حتى ولو كان وجودها بنسبة صغيرة .

٣ - الفراء والكازين : - (Glue and Casein)

استعمل الفراء والكازين ، وهما من المواد البروتينية منذ أقدم الأزمنة كمواد رابطة فى صناعة الورق ولانتاج الأنواع الجيدة منه ٠٠ ويمكن التعرف على وجود الفراء والكازين وغيرهما من المواد البروتينية بأكثر من طريقة هى : -

- يحضر محلول من موليبيدات الأمونيوم وذلك بإذابة ثلاث جرامات من موليبيدات الأمونيوم فى ٢٥٠ سم^٣ من الماء المثلج ثم يضاف ٢٥ سم^٣ من حمض النيتريك النقى المخفف بالماء بنسبة ٢ : ٣ ثم تؤخذ نقطة من هذا المحلول وتوضع على مساحة صغيرة من الورق المراد فحصه فيتكون راسب أبيض فى حالة وجود الفراء .

ولما كان هذا المحلول يتلف مع الوقت فيجب أن يستخدم فى هذه التجربة محلول محضر حديثا (أو)

- تؤخذ عينة صغيرة من الورق المراد فحصه (حوالى نصف جرام) وتغلى مع ١٠ سم^٣ من محلول ١٪ من الصودا الكاوية ثم يرشح المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض الهيدروكلوريك ٠٠ وأخيرا يضاف اليه محلول موليبدات الأمونيوم الذى يحضر بالطريقة السابق الاشارة اليها بنسبة ٢ : ١ فيتكون راسب أبيض فى حالة وجود الفراء أو غيره من المواد البروتينية (أو) للتعرف على وجود الكازين تؤخذ عينة صغيرة من الورق وتغلى مع ١٠ سم^٣ من محلول ١٪ من الصودا الكاوية ثم يرشح المحلول الناتج ويبرد ثم يعادل تماما بحمض النيتريك ثم يسخن مع مستكشف ميللون (Millon's reagent) فيتكون لون أحمر فى حالة وجود الكازين .

ويحضر مستكشف ميللون بإذابة ٢ جم من الزئبق النقى فى ٤٠ جم من حمض النيتريك النقى ويخفف المحلول الناتج بإضافة ١٨٠ سم^٣ من الماء المقطر (أو)

- يسخن قليل من الورق المراد فحصه مع الماء ثم يرشح المحلول الناتج ويترك ليبرد ٠٠ وأخيرا يصب فى محلول من التانين (Tannin) فيتكون راسب متخثر كبير الحجم فى وجود الفراء أو ما يشابهة من مواد بروتينية (أو)

- تنقع عينة صغيرة من الورق فى محلول بارد من كبريتات النحاس نسبة تركيزة ٢٪ ثم ترفع عينة الورق من محلول كبريتات النحاس وتشطف بالماء وتجفف ثم يضاف اليها نقطة من محلول مائى من الصودا الكاوية نسبة تركيزة ٥٪ فيتكون لون بنفسجى فى حالة وجود الفراء أو غيره من المواد البروتينية .

ولملة من المفيد أن نشير هنا الى أن الفراء ولو أنه يتسبب عادة فى اصابة الورق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة الا أنه لا يتسبب فى حد ذاته فى اتلاف الورق ولا يقلل من مقاومته لموامل التلف الفيزيو - كيميائية .

ثالثا : طرق التعرف على مواد الكتابة (الاحبار)

لقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا المجال أنه يمكن بالفحص الكيميائى التعرف ليس فقط على الأنواع المختلفة من الاحبار التى

استخدمت في الكتابة بل يمكن أيضا معرفة العمر النسبي لها أو على الأقل معرفة الأقدم والأحدث من هذه الكتابات .

والمحاليل الكيميائية التي استخدمت بنجاح في عملية التعرف على مواد الكتابة التي شاع استخدامها في الأزمنة القديمة هي :

١ - محلول من حمض الهيدروكلوريك المخفف نسبته ٥ % .

٢ - محلول من حمض الأوكساليك المخفف نسبته ٥ %

٣ - محلول من كلوريد القصديروز نسبته ٥ %

٤ - غاز الهيدروجين النشط المتولد بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة ٥٠ % الى الزنك .

٥ - محلول مخفف من البرومين .

٦ - محلول مركز من هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم .

٧ - محلول من كلوريد التيتانيوم التجاري .

٨ - محلول نسبة تركيزه ٥ % من حديد سيانيد البوتاسيوم مضافا اليه حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١ % .

ويجب اضافة المحاليل الكيميائية الكاشفة الى مواد الكتابة المراد فحصها بواسطة ماصة مسحوب طرفها على شكل أنبوبة شعيرية . كما يجب فحص الكتابة بعد معالجتها بالمحاليل الكاشفة بالميكروسكوب في كل من الضوء النافذ والضوء المنعكس مرة بعد بداية التفاعل بخمس دقائق ومرة أخرى بعد تعريضها للضوء لمدة اثنتي عشر ساعة . ومن الضروري أيضا فحص بقع الألوان التي تظهر على السطح الخلفي من الورق المراد فحص مواد الكتابة به . وفي حالة استخدام محلول كلوريد التيتانيوم ينصح بإزالة الكمية الزائدة منه بعد مرور خمس دقائق من اضافته وذلك باستخدام قطعة صغيرة من ورق النشاف . وكقاعدة عامة يمكن القول بأن المواد المستعملة في تلوين الأحبار تتأثر المحاليل الكيميائية الكاشفة السابق الإشارة إليها أكثر من مادة الأحبار ذاتها بينما نجد أنها أقل مقاومة لتأثير الهواء والضوء .

وبالإضافة الى ما تقدم فانه يمكن التعرف على وجود مركبات الكروم التي توجد في بعض الأنواع من مواد الكتابة باتباع الاختبار المعروف باسم اختبار فان إك (Van Eek's test) والذي يستخدم فيه كل من مادة ألفا نفتايل أمين (Alpha — naphthyl amine) وحمض الطرطريك

(Tartaric acid) وذلك بعد ازالة الملونة للأحبار عن طريق
استخدام مادة مؤكسده مثل هيبوكلوريت الصوديوم ..

ويستدل على وجود مركبات الكروم (Chromates) بظهور لون
أزرق .. وبالإضافة الى ذلك فإنه يمكن التعرف على وجود مركبات
الكروم باستخدام مادة البنزيدين (Benzidine) التي تعطي أيضا لونا
أزرق مع مركبات الكروم .

وفيما يختص بحبر الكربون الذي استخدم بكثرة في الأزمنة
التي لم تكن هناك حاجة لاستعمال أية محاليل كيميائية كاشفة ..
ويتنى للتعرف على وجود حبر الكربون استخدام طرق الفحص
الميكروسكوبى .

وسوف أحاول تلخيص كيفية التعرف بالطرق الكيميائية على
مجموعة من الأحبار التي استخدمت بسفة عامة في الأزمنة القديمة ..
ونائب على النحو الموضح فى الجدول الآتى : -

الحلول الكيميائية المختلطة	حجر طلي الحديد		حجر المكسب الملتصق		حجر التجرودسج	حجر الكافوروم	حجر البروروسج	
	Iron gall ink	حجر طلي الحديد	كرومات البروكسيم					كبريتات النحاس
			لون بنفسجي	لون برتقالي				
محلى الاوكساليك المخفف محلى الستريك المخفف محلى الهيدروكلوريك المخفف محلى الكبريتيك المخفف محلى النيتريك المخفف محلى الهيدروكلوريك + محلى الهيدروكلوريك + ١٠ : ١ : ١ محلول مركز من ناسي اكسيد الكبريت	٪ ٣ عزول لونه (Bleached)	لون بنفسجي	لون برتقالي	محلول كبريت وكون	لا يتغير لونه	محلول كبريت وكون لونه	محلول كبريت وكون لونه	
	٪ ١٠ عزول لونه	لون بنفسجي	اصفر	عزول لونه	لا يتغير لونه	محلول كبريت وكون لونه	محلول كبريت وكون لونه	
	٪ ١٠ بقعة ذات لون	لون وردي احمر	لون احمر اغمق	عزول لونه	لا يتغير لونه	عزول لونه	عزول لونه	
	٪ ٢٠ اصفر باهت	لون احمر	لون وردي احمر	عزول لونه	لا يتغير لونه	عزول لونه	عزول لونه	
	٪ ٢٠ عزول لونه	لون احمر	لون احمر	عزول لونه	لا يتغير لونه	عزول لونه	عزول لونه	
	٪ ٢٠ عزول لونه	لون احمر	لون احمر	عزول لونه	لا يتغير لونه	عزول لونه	عزول لونه	

المطلوب الكيميائي	جبر على التحديد	جبر المكسب المتوقع		جبر التميز وسعة	جبر الكفاءة يوم	جبر التميز والردس
		كرويات البروكسيموم	كبريات الانفاسي			
مطلوب كلوريد الذهب	٧٤	لون أزرق كونه بدرجة بسيطة	لون أزرق غامق	لا يختبر كونه	يبيض وزرور كونه بدرجة بسيطة	يبيض ويمكن لون بني . لون بني .
مطلوب كلوريد الصوديوم + ملح + نوكساليو بنسبة ١ : ١٠ : ١	٧٤	لون أزرق	لون أزرق غامق	لا يختبر كونه	لا يختبر كونه	لون وردى .
مطلوب هيدروكسيد الصوديوم	٧٤	لون أزرق غامق	لون بني	يبيض ويبيض كونه يختبر غامق	يبيض ويبيض كونه بني وسطح	لا يختبر كونه
مطلوب كلوريد الكالسيوم	٧٤	لون كونه	لون كونه	لون بني	لا يختبر كونه	لون بني

رابعاً : طرق التعرف على التزييف في الوثائق والمخطوطات

للتعرف على التزييف في الوثائق والمخطوطات وهو أمر شائع في كل زمان ومكان يوصى شيفالية (Chevallier) باتباع أسلوب العمل الآتي حسب تتابع خطواته : -

١ - فحص مواضع الكتابات المراد فحصها في الوثيقة أو المخطوطة بمعدة مكبرة ٠٠ وفي هذه الحالة يجب ملاحظة لون الحبر المستخدم وهيئة وشكل حواف الكتابة وهل هي مستوية أم لا ؟ ٠٠ وفي حالة حدوث كشط أو محو يدوى فإن الورق في الأماكن المكشوفة سوف يبدو غير متناسق في سمكه .

٢ - معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالماء المقطر وسوف نجد في حالة حدوث تزوير أن قابلية الورق لامتصاص الماء سوف تتفاوت من مكان لآخر .

٣ - معالجة مواضع الكتابات المراد فحصها بالكحول النقي والفرض من استخدام الكحول النقي هو التأكد من غدم وجود الكواد الرابطة (Sizing materials) حيث أنها تزال عادة عند محو الكتابات الأصلية بفرض التزوير ٠٠ وعند معالجة مواضع الكتابات المزورة بالكحول نجد أن مواد الكتابة المستعملة في التزوير تنتشر بسرعة بل تنفذ من خلال الورق في المواضع التي أزيلت منها الكتابات الأصلية بالكشط ٠٠ وفي حالة التزوير المتقنة نجد أن المزورين يستخدمون عادة القلغونية أو الفراء لربط شعيرات ألياف الورق في الأماكن التي كشطت الكتابات الأصلية منها ٠٠ وفي هذه الحالة يجب معالجة هذه الأماكن بالماء الدافئ أولاً ثم اختبارها بعد ذلك بالكحول النقي .

٤ - اختبار الكتابات المراد فحصها بورق عباد الشمس الأزرق والأحمر وفي هذه الحالة توضع أماكن الكتابات المراد فحصها بعد تنديتها بالماء بين ورقتين من عباد الشمس الأزرق أو الأحمر ثم توضع وهي على هذا النحو بين لوحين من الزجاج وتترك لبعض الوقت ٠٠ وبعد ذلك تفحص أوراق عباد الشمس للوقوف على التغيرات التي حدثت لها ٠٠ وفي حالة حدوث تغير في لون ورق عباد الشمس لابد من ملاحظة هل هو تغير منتظم أو غير منتظم .

٥ - اختبار الكتابات المراد فحصها بالمحاليل الكيميائية الكاشفة وفي هذه الحالة تندى أماكن الكتابات المراد فحصها بالماء ثم تعالج

بالمحاليل الكيميائية الكاشفة .. ومن أمثلة المحاليل الكيميائية التي يمكن استخدامها لهذا الغرض حمض الجاليك (Gallic acid) وحديد وسيانيد ابوناسيوم (Potassium ferro cyanide) او كبريتيد الهيدوجين (Hydrogen Sulphide) وفي هذه الحالة لابد أن تتكرر المعالجة الكيميائية بعد مرور أربع وعشرين ساعة .. وسوف تظهر آثار الكتابات الأصلية إذا ما كان بالورق بعض أثارها بعد مضي فترة تتراوح ما بين عشرة وثلاثين يوما .

وبه طريقة أخرى يتم بها التعرف على الكتابات المزورة .. وفي هذه الطريقة تعرض مواضع الكتابات المراد فحصها - بعد تنديتها بالماء - إلى أبخرة اليود .. وسوف تتبعق الأماكن التي أزيلت منها المواد الرابطة أثناء عملية محو الكتابات الأصلية باللون الأزرق بينما تصطبغ الأماكن الأخرى ببقع بنية اللون .

وبجانب هذا الأسلوب التقليدي الذي اقترحه شيفالبي للتعرف على الكتابات المزورة في الوثائق والمخطوطات فإنه يمكن حاليا بعد أن تطورت التطبيقات العلمية في مجال دراسة وصيانة الوثائق والمخطوطات استخدام مصادر الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء في التعرف على الكتابات المزيفة .. إما يمكن أيضا استخدام وسائل التصوير الفوتوغرافي باستخدام الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية .. وما لا شك فيه أن هذه الطرق الحديثة أجدى وأكثر نفعا من الوسائل التقليدية بل أكثر ملائمة لطبيعة الوثائق والمخطوطات الا أنني أرى أن المرمم ورجل الصيانة سيظل دائما في حاجة إلى استلزام جميع الطرق والأساليب حتى يكون قادرا على حل المشكلات الصعبة والمتشعبة التي يقابلها من خلال عمله فاعمال الصيانة والعلاج والترميم ليست بالأعمال النمطية بل أراها كالمصعب الذي يتجمع فيه العديد من روافد العلم والمعرفة .

خامسا : وسائل قياس تلف الورق

Means of Measuring Deterioration of Paper

قد يكون ممكنا من حيث المبدأ التعرف على طبيعة ونوعية التفاعلات التي تتم بين أحد مكونات الورق وعوامل التلف التي يقع تحت تأثيرها .. وهي التفاعلات التي تؤدي في العادة إلى تكسير تركيبة الكيميائي وتنبسب في تحويله إلى مركبات كيميائية أبسط .. ولكن إمكانية تعرفنا هذه لن تكون متيسرة أو كافية من الناحية العملية لاعطاء فكرة كاملة عن طبيعة ونوعية التفاعلات المتبادلة بين مكونات الورق ثم بينها

وبين العوامل الخارجية ٠٠ ومن ثم فسوف نجد أنفسنا في اليما - تيم-
قادرين على إعطاء تصور شامل للكيفية التي يتلف بها الورق ٠٠ نذكر
المادة المتدهنة التركيب إلى حد كبير ٠٠ خصه وإن الفحص الميكروسكوبي
للألياف سوف يعطينا فقط نتائج وصفية (Qualitative results)
كما أن طرق الفحص الكيميائي التي تقدر فيها ملاءمة درجة بلورة الورق
أو تعيين ما يسمى بالرقم النحاسي تعطي فقط فكرة إجمالية عن كمية
تحلل بعض المكونات ٠٠ ولهذا نجد أن العامل المتخصصة في صيانة الورق
نلجأ إلى الطرق غير المباشرة للدراسة وفحص الورق ٠٠ وهذه الطرق تعتمد
على دراسة الخواص الميكانيكية للورق ٠

ولما كانت القوة الميكانيكية للورق ومقاومته لعوامل التلف على أنه
صفاق الورق الجيد ٠٠ ولما كانت هذه الصفات التي تتميز بها الأنواع
الجيدة من الورق تعود في المقام الأول إلى نوعية ما يوجد بها من مواد
سليولوزية فإنه يكون من المنطقي البدء بمعرفة كيف يتفاعل السليولوز
وعلى أية صورة يتواجد في الورق ٠

والأساس العلمي لطرق فحص الورق التي تركز على دراسة
الميكانيكية تقوم على العلاقة بين التركيب البنائي للألياف وبين الخواص
الطبيعية للورق ٠

ولقد أشار ج . هال (G. Hall) إلى أن هناك فرقا واضحا بين
بقاء الورق - أي مقاومته لعوامل التلف - وبين بقاء السليولوز - أي
مقاومته للتحلل - وذلك على أساس أن تحلل السليولوز لا يتوقف إلى
حد كبير على التركيب البنائي للألياف الورق المصنع ٠٠ بينما يتوقف بقاء
الورق على عدم تحلل السليولوز ٠٠ ومن هذا يمكن القول بأن نتائج
الفحص باستخدام الطرق الطبيعية تعتبر معيارا لتلف الورق ٠

وفيما يلي سوف نتناول بإيجاز الطرق المختلفة لفحص وقياس تلف
الورق :-

(١) طرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق

وهي الطرق التي تعتمد على دراسة الخواص الميكانيكية للورق ٠
ونذكر منها الطرق الآتية :-

١ - قياس مدى تحمل الورق للطي (Folding endurance)

يعتبر مدى تحمل الورق للطي مقياسا على أكبر قدر من الأهمية
يرتبط في نظر بعض الدارسين بعدد من الخواص الطبيعية مثل طول

... والنبيونه والاحتكاك الداخلي والسبك ٠٠ الخ ٠٠ ويرى بعض الدارسين أن لوغاريتم عدد مرات الطي أو الثني المزدوجة (double folds) متطابقة لكسر الورقة التي يجري فحصها هي قيمة ذات دلالة حقيقية عن خواص الطبيعة المشار إليها ٠٠ ومن ناحية أخرى يرى بعض المتخصصين في هذا المجال أن هناك علاقة واضحة بين عدد مرات الطي المزدوجة وبين قوة الشد أو الخط (Tensile strength) المطلوبة لقطع الورقة التي يجري فحصها .

ويرى بريخت (Brecht) أن نسبة لوغاريتم عدد مرات الطي المزدوجة إلى قوة الشد أو الخط المطلوبة لقطع الورقة مقدرة بالكيلوجرامات ذي القيمة الحقيقية التي يجب أن يقدر بها مدى تحمل الورق للطى ٠٠ ولقد كان هذا هو الأساس الذي بنى عليه بريخت تصميمه لجهاز قياس تحمل الطي المعروف باسمه .

وبعد هذا الاستطراد يتبادر إلى الذهن سؤالان على أكبر قدر من الأهمية : —

السؤال الأول : ما هو المقياس الحقيقي الذي يجب أن يقدر به مدى تحمل الورق للطى ؟

السؤال الثاني : ما هو الجهاز المناسب الذي يمكن أن تقيس به مدى تحمل الورق للطى ؟

وفيما يتعلق بالسؤال الأول نقول أن التعريف الذي أورده بريخت للمقياس الذي يقدر به مدى تحمل الورق للطى هو التعريف المقبول والمقبول ٠٠ فلا شك في أن عدد مرات الطي المزدوجة المطلوبة لكسر الورق سوف تتأثر بقوة شد أو مطع الورقة التي يجري اختبارها في الجهاز أما فيما يتعلق بالسؤال الثاني فأرى استخدام أجهزة القياس التي بنى تصميمها على هذا الأساس، ومنها الجهاز المعروف باسم (Schopper tester) والجهاز المعروف باسم (Brecht — Wesp tester) وكذلك الجهاز المعروف باسم (Kohler — Molin tester) .

ولقد اختلف الدارسون فيما بينهم على مدى تطابق النتائج التي يمكن الحصول عليها باستخدام هذه الأجهزة ٠٠ والواقع أن هذا الموضوع يحتاج إلى مزيد من الدراسة حتى يمكن الانتهاء إلى رأى في مدى تطابق النتائج التي تعطيها أجهزة الفحص المختلفة ولا يجاد طريقة نستطيع بها توحيد المقياس .

وقد حقق بريخت فى بحث حديث له الاتفاق بين قيمة تحمل الورق للطي التى قدرها بالجهاز المعروف باسمه (Brecht tester) وبين قيمة تحمل الورق للطي التى قدرها بالجهاز المعروف باسمه (Schopper teste)

وقد تحقق هذا الاتفاق أيضا فى بحث أجراه لودفيج سانتوتشى (L. Santucci) وانتهى فيه الى القول بأنه يمكن بناء على هذا الاتفاق أن نحول قيم مدى تحمل الورق للطي التى نحصل عليها باستخدام جهاز بريخت الى القيم التى نحصل عليها باستخدام أى جهاز آخر أو العكس ، وذلك باستخدام العلاقة التى صاغها على هيئة معادلة رياضية هى :-

$$F_B = \frac{\log V}{L \times 10^{-3}} = \frac{P_0}{d \cdot g} \log V$$

$$\text{or } V = 10^{F_B} L 10^{-3} = 10 \frac{F_B P_0 10^3}{d \cdot G}$$

$$F_B = \frac{P}{P_0} \quad \text{وطالما أن}$$

فانه يمكن تبسيط هذه العلاقة

$$V = 10 \frac{P 10^3}{d \cdot g} \quad \text{على النحو التالى .}$$

Where V = number of double folds

L = The breaking length

F = Folding endurance by Brecht tester

P = Tensile breaking Strength (Kgs)

P = Tensile breaking strength, residual after a given number of folds in Bracht tester

g = basic Weight in gr./m

d = Width of Strip in M. M.

يبقى سؤال هام يتعلق بالصلة بين مدى قابلية الورق للطي وبين الحالة التى وصل اليها الورق المراد فحصه . وفى هذا الخصوص فقد ثبت بالدراسة والفحص أن هناك علاقة مباشرة بين مدى قابلية الورق للطي وبين كمية السليولوز الذى تكسر (degraded) وتحول الى

مركبات كيميائية أبسط . . فكلما قلت كمية السليولوز المتكسر كلما زاد مدى تحمل الورق للطي (Folding endurance) .

ولقد وجد كل من نيدرفين ورويبن (Vederveen and Royan) أن هناك علاقة مباشرة بين انخفاض مدى تحمل الورق للطي (معبرا عنه بلوغاريتم عدد مرات الطي المزدوجة) الذي يحدث بتقادم الورق وبين عدد الروابط الكيميائية (Chemical bonds) التي تكسرت في سلسلة السليولوز (Cellulose chain) وهذه الروابط يمكن تقديرها عن طريق قياسات اللزوجة (Viscometric data) .

ومن ناحية أخرى فقد لاحظ نيدرفين ورويبن وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطي وبين كمية الألفا سيلولوز (Alpha Cellulose) الموجودة به ، كما أنهما لاحظا أيضا - وإلى درجة ما - وجود علاقة بين مدى تحمل الورق للطي وبين فقدان الورق لنعاعته (Loss of brightness)

وأخيرا فقد أثبت نيدرفين ورويبن وجود علاقة عكسية بين معدل انخفاض مدى تحمل الورق للطي وبين درجة الحرارة التي وقع الورق تحت تأثيرها . . بمعنى أنه كلما زادت درجة الحرارة كلما قل عدد مرات الطي المزدوجة التي يتكسر عندها الورق .

٢ - قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط :- Tensile (breaking) Strength

تكتسب قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط أهمية كبرى لارتباطها بقياسات مدى تحمل الورق للطي وبقياسات مدى مقاومته للتمزق . . وبالرغم من كونها لا تفيد كثيرا في تفسير تلف الورق بالتقادم حيث أن قيمها تتغير بدرجة ضئيلة مع تقاوم الورق - إلا أنها تفيد كثيرا في معرفة درجة تبلور الورق (Degree of Polymerization)

ويقدر مدى تحمل الورق للشد أو المط إما بقوة الشد أو المط المطلوبة لقطع عينة الورق التي يجري فحصها مقبلة بالكيلو جرامات وأما بالطول الذي تنقطع عنده عينة الورق ، وفي هذه الحالة فإن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط لا تعتمد على الوزن المبدئي للورق .

وبالرغم من أن مدى تحمل الورق للشد أو المط يعتمد في المقام الأول على طول ألياف الورق وعلى الروابط الداخلية التي تربط بين الألياف (Inter fiber bonds) وعلى وجه الخصوص الرابطة الهيدروجينية

(H-bond) إلا أن الدراسات الضوئية قد أثبتت أن بعض الروابط الكيميائية التي تربط جزيئات مادة الورق تنكسر أثناء عملية قياس مدى تحمل الورق للشد أو المط .

ولما كانت المواد اللاصقة التي تضاف الى المواد الخام المستخدمة في صناعة الورق تزيد من تحمله للشد أو المط لكونها تزيد من التماسك بين الألياف فإن طريقة تحضير عينات الورق للفحص سوف تؤثر دون شك على قياسات مدى تحمل الورق للمط أو الشد . وعلى أية حال يمكن القول بأن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تعطي فقط معيارا لقوة التماسك الداخلية بين ألياف الورق (Internal Cohesion) .
أي المقاومة الاستاتيكية (Static resistance)

ومهما يكن من أمر فإن قياسات مدى تحمل الورق للشد أو المط تكتسب أهمية كبيرة لارتباطها بقياسات مدى تحمل الورق للطى على النحو السابق الإشارة إليه .

٣ - قياس مدى مقاومة الورق للكسر والتمزق : -

Bursting Strength and Tear resistance

يرى بعض الدارسين أن قياسات مدى مقاومة الورق للكسر (Bursting Strength) لا تعطي تقييما صحيحا لمقاومة الورق ، ولكنها على أى حال تعبر عن مدى تماسك ألياف الورق . ولقد ثبت أن قياسات مدى مقاومة الورق للكسر تعبر عن قدم وتلف الورق (Ageing and deterioration) بطريقة أفضل من قياسات مدى تحمل الورق للشد .

أما قياسات مقاومة الورق للتمزق (Tear resistance) فإنها تتميز بأهمية خاصة لكونها تعبر عن قوة ومتانة الورق . وقد أثبتت الدراسات أن مقاومة الورق للتمزق ترتبط بالكيفية التي ترتبط بها ألياف الورق (Inter Weaving of Fibers) أكثر مما ترتبط بالتركيب البنائي للألياف ذاتها (Structure of the individual fiber) كما أنها تعتمد على طريقة تجهيز ودرجة صحن مكونات الورق (Furnish and degree of beating)

وتوجد طريقتان لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق . أحدهما تعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة أحدث فيها قطع أو ثقب للتمزق ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Initial (or edge) tearing strength)

ما الثانية تعتمد على قياس مدى مقاومة ورقة لاحداث التمزق
ويطلق عليها بالانجليزية اسم
(Internal (or Continued) tearing strength)

والطريقة الأخيرة هي الأكثر شيوعا ويستخدم لقياسها الجهاز
المعروف باسم (Elmendorf tester) ...

ويقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق في الطريقة الأولى بالقوة اللازمة
لاستمرار تمزق ورقة أحدث فيها قطع أو ثقب ٥٥ أما في الطريقة الثانية
فيقدر مدى مقاومة ورقة للتمزق بالقوة اللازمة لاحداث التمزق وتوجد
أجهزة كثيرة لقياس مدى مقاومة الورق للتمزق باتباع الطريقة الأولى
(Bekk and MPA testers) أشهر منها جهازان هما

وفي نهاية تناولنا لطرق فحص وقياس الخواص الميكانيكية للورق
لا بد من القول بأن أي منها لا يكفي وحدة للتعبير عن قوة الورق ٥٥
وللتغلب على هذه الصعوبة يرى تورى (Torrey) أن القيمة التي تعطي
التعبير الصحيح عن قوة الورق هي القيمة التي يعبر عنها بالمصادلة
الآتية :-

$$\text{Strength} = \sqrt{\text{Burst} \times \text{Tear} \times \text{fold}}$$

(ب) فحص الورق باستخدام الطرق الصناعية للاسراع في قدم الورق :
Methods of Artificially Accelerated Ageing

من الثابت أن الورق عندما يترك في المخازن أو في فترينات العرض
تحت تأثير عوامل التلف الطبيعية من ضوء وحرارة ورطوبة وشوائب
غازية يتغير لونه ويفقد صلابته ومتانته ولماعته ٥٥ وهذا ما يعبر عنه
بالقدم الطبيعي (Natural ageing)

وفي حالات كثيرة وعندما يراد دراسة تأثير المواد المستخدمة في
تقوية وسقل الورق القديم والمواد المستخدمة في عمليات العلاج والترميم
والتببيض وإزالة الجموضمة الزائدة وكذلك تأثير المبيدات الحشرية والفطرية
فإننا نلجأ الى ما يعرف بطرق الاسراع الصناعي في قدم الورق ٥٥
والغرض منها هو احداث التغيرات التي تحدث للورق في الظروف
الطبيعية ببطء شديد في وقت قصير جدا وذلك بتعرض الورق المراد
فحصه أما لتأثير الضوء الشديد وأما لتأثير حرارة عالية ٥٥ وهما
الطريقتان المستخدمتان حاليا للاسراع الصناعي في قدم الورق

وفي طريقة الاسراع الصناعي في قدم الورق باستخدام الضوء
يعرض الورق المراد فحصه لاشعاعات الأشعة فوق البنفسجية أو

للاشعاعات الصادرة من مصدر ضوئي غني بأشعاعات هذه الأشعة ٠٠
أما في طريقة الاسراع الصناعي في قدم الورق باستعمال الحرارة فيعرض
الورق المراد فحصه لتأثير الحرارة لمدة اثنتين وسبعين ساعة عند درجة
حرارة مقدارها ١٠٠ م ٥٠ ٠٠ على أن المعالجة الحرارية لا تغطي فكرة سليمة
تماما عن الكيفية التي يتقادم بها الورق تحت تأثير ظروف العرض أو
التخزين الطبيعية ٠٠ فالمعروف أن درجة الرطوبة النسبية في الأجواء
العادية تتراوح بين ٣٥ ، ٧٠٪ ، الحالة التي لا يمكن أن تقوم في جو
الفرن المحمي عند درجة حرارة ١٠٠ م ٥ حيث تكون درجة الرطوبة النسبية
منخفضة جدا ٠

وللتغلب على هذه الصعوبة قام ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova) بدراسة
هامة استطاع فيها تهيئة الظروف المناسبة التي يمكن فيها
استخدام درجات الحرارة المرتفعة التي تسرع يتلف أو قدم الورق المراد
فحصه في وجود الرطوبة النسبية المطلوبة ٠٠ ويتم ذلك بوضع محلول
مائي مركز جدا للملح مناسب - وبحيث يحتوى المحلول المركز على كمية
كبيرة من الملح الصلب (Solid phase) في الفرن المستخدم في عملية
الاسراع الصناعي في القدم بعد احكام غلقه وبعد سد المنافذ التي يمكن
من خلالها تسرب الهواء منه أو اليه ٠٠ وذلك على أساس أن أي محلول
ملحي مركز يتميز بضغط بخاري ثابت عند درجة حرارة معينة ، ومن ثم
سوف يهبط درجة معينة وثابته من الرطوبة النسبية في جو الفرن
المستخدم ٠

ومن ناحية أخرى قام كل من سييتولا وفوجلبرج
(Sihtola and Fogelberg) بدراسة لمعرفة تأثير الأشعة فوق
البنفسجية على سليولوز الورق ٠٠

وقد ثبت لهما بهذه الدراسة أن بداية تحول السليولوز إلى
الجلوكوز أي تكسره (degredation) تحدث عند طول موجة ٢٥٠٠
انجستروم وأن تحول أو تكسر السليولوز يزداد كلما قصر طول
الموجة ٠

وقد قام كل من سيميونيسكو وبوبل (Simionescu and Poppel) بدراسة
طبيعة التفريعات التي تحدث في سليولوز الورق عند تعريضه
لتأثير الأشعة فوق البنفسجية وثبت لهما أن غاز الأكسجين يلعب دورا
هاما في التفريعات التي تحدث للسليولوز عند تعريضه للأشعة فوق
البنفسجية وأن دور الأشعة فوق البنفسجية لا يزيد عن كونه يسرع
بعمليات تحول أو تكسر السليولوز بالأكسدة (Oxidative degredation)

وفيما يختص باستخدام الحرارة للاسراع الصناعي في قدم الورق فقد أثبتت الدراسات التي أجراها المعهد القومي الأمريكي للدراسات القياسية (National Bureau of Standards) أن تعرض الورق لمدة اثني وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل على وجه التقريب من ٨ الى ٢٠ سنة تحت ظروف العرض والتخزين في درجة الحرارة العادية .

ثم عاد في دراسة أخيرة له الى القول بأن تعريض الورق لمدة اثني وسبعين ساعة عند درجة حرارة مقدارها ١٠٠ درجة م يعادل ثمانية وعشرين عاما في الظروف العادية .

ولقد أثبتت الدراسات التي قام بها فان روين (Van Royen) ومعاونوه أن الطاقة المنشطة (Activation energy) لاصفرار الورق وتحلله الحراري على الرغم من أنها تختلف فيما بينها ، إلا أنها لا تختلف بالنسبة لعجائن الورق المختلفة .

وللوقوف على طبيعة التغيرات التي تحدث للورق بالتقدم سواء كان قادما صناعيا أو طبيعيا لابد من اختبار الخواص الفيزيو - ميكانيكية والخواص الكيميائية للورق . والخواص الفيزيو - كيميائية للورق تعتمد كما سبق أن أوضحنا على الروابط التي ترتبط بها جزيئات الجلوكوز في سلاسل السليولوز (Cellulose chains) التي تتكون منها ألياف الورق وكذلك على الروابط التي ترتبط بها ألياف السليولوز لتكون في النهاية وبعد عمليات السحق والضغط صحائف الورق . وفي هذا الصدد نجد أن الاحتكاك بين أسطح اتصال ألياف الورق له أهمية كبرى .

ومما لا شك فيه أن قياسات مدى تحمل الورق للطي (Folding Strength) هي أكثر القياسات تعبيرا عن التغيرات التي تحدث في الخواص الميكانيكية للورق بالتقدم سواء كان قدما صناعيا أو قدما طبيعيا ، وذلك على أساس أن مدى تحمل الورق للطي يعبر عن قوة الألياف ذاتها وبالتالي يعبر عن مقاومتها للتلف بالتقدم .

ولما كانت لدونة الألياف - وهي دون شك من العوامل الهامة التي تحكم قياسات مدى تحمل الورق للطي - تعتمد على كمية الرطوبة المختزنة بالورق ، لذلك يجب أن تجرى قياسات مدى تحمل الورق للطي عند درجات ثابتة من الرطوبة النسبية .

ولقد قام كل من سوليشنك وتروختنكوفا

(Solechink and Trukhtenkova)

بدراسة مدى مقاومة الورق لتأثير الحرارة (*) على مجموعة من الأوراق المصنوعة من لب الألياف القطن ومن لب الكبريتات نصف المبيض (Semi bleached) ومن لب الكبريتات غير المبيض ومن لب الكبريتيت المبيض والمنقى ٠٠ ولقد انتهيا من دراستهما إلى النتائج الهامة الآتية :

١ - العوامل الأساسية التي تؤثر في مدى مقاومة عجائن الورق (Paper pulps) وصحائف الورق المصنوعة منها لتأثير الحرارة هي : درجة تبلور السليولوز والتركيب التجزيئي للسليولوز (Fractional composition) وكمية الأحماض الحرة في الورق التي يمكن استخراجها بالماء المقطر .

٢ - أكثر أنواع عجائن الورق مقاومة لتأثير الحرارة هي العجائن المصنوعة من الألياف القطن لكونها تحتوى على أكبر نسبة من الألياف ذات درجات التبلور العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها لا تحتوى على أية مكونات ذات درجة تبلور أقل من عشرة .

٣ - أقل أنواع عجائن الورق مقاومة لتأثير الحرارة هي عجائن أو لب الكبريتيت غير المبيض وغير المنقى ، وذلك لكونها لا تحتوى على أية نسبة من الألياف ذات درجات التبلور العالية (فوق ١٢٠٠) ولكونها تحتوى على نسبة كبيرة (٥ %) من المكونات ذات درجة تبلور أقل من عشرة .

٤ - أن خصائص التركيب التجزيئي لعجائن أو لب الكبريتات يضعها من حيث مدى مقاومتها لتأثير الحرارة في مكان وسط بين العجائن المصنوعة من سليولوز القطن وعجائن الكبريتيت .

٥ - كمية الأحماض الحرة في الورق تؤثر إلى حد كبير في مدى مقاومته لتأثير الحرارة ٠٠ ولا يجب أن تزيد درجة حموضة الماء المستخرج من الورق (PH. Value) عن ٦.٥ .

٦ - كلما زادت درجة حموضة الورق - أى قلت قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) كلما قل مدى مقاومته لتأثير الحرارة ٠٠ ولقد

(*) يقصد كل من سوليشنك وتروختنكوفا بمدى مقاومة الورق لتأثير الحرارة (heat resistance) أنه يعنى مدى تحمل الورق للحرارة معبرا عنه بالنسبة المئوية لعدد مرات الطي المزدوجة (Number of double folds) المطلوبة لكسر الورق بعد تعريضه لتأثير الحرارة إلى عدد مرات الطي المزدوجة المطلوبة لكسر الورق دون تعريضه للحرارة ، أى عدد مرات الطي المزدوجة الأصلية (Initial number of double folds))

ثبت أن مقاومة الورق لتأثير الحرارة تبدأ في الانخفاض عند درجة حموضة (PH. Value) ٦.٥ .

٧ - إذا زادت قيمة الأس الهيدروجيني للماء المستخرج من الورق عن ٧.٥ تزيد مقاومة الورق لتأثير الحرارة ولكن لونه يتحول الى اللون الأصفر عند درجات الحرارة المرتفعة .

٨ - أن تأثير الأحماض الحرة في الورق على مدى مقاومته لتأثير الحرارة يوجب الى وجود أيونات الهيدروجين الحرة (Free hydrogen ions)

أما أيونات الهيدروجين المثبتة (bound hydrogen ions) شأنها في ذلك شأن أيونات الكالسيوم والألومنيوم المثبتة لا تؤثر على مدى مقاومة الورق للحرارة .

٩ - يعبر مدى تحمل الورق الذي أجريت له عمليات الإسراع الصناعي في القسم للطى (Folding Strength) عن مدى تأثره بالحرارة بينما نجد أن مقاومة الورق للكسر (Breaking strength) لا تعطى فكرة واضحة عن مدى تأثر الورق بالحرارة ، لكونها تتأثر بالحرارة بدرجة ضئيلة .

١٠ - يتأثر الورق بصفة أساسية بالحرارة نتيجة لتغير طول جزيئات السيلولوز (أى جزيئات الجلوكوز المبلعمة) وذلك بسبب تكسر الروابط الالكترونية - وتعرف باسم روابط التكافؤ (Valency bonds) التي تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزيئات السيلولوز .

وقد قام ت. أ. برافيلوفا (T. A. Pravilova) بدراسة مماثلة التي تربط بين جزيئات الجلوكوز لتكوين جزيئات السيلولوز .

١ - قياسات مدى تحمل الورق للطى هي أهم المعايير التي يمكن بها قياس مدى مقاومة الورق للتلف ومدى قابليته للبقاء (Durability) . وهي أيضا أكثر القياسات حساسية للتعبير عن قدم الورق سواء كان قديما صناعيا أو طبيعيا . وعلى هذا فإن عدد مرات الطى المزدوجة بعد المعالجة معبرا عنها بنسبتها المئوية لعدد مرات الطى المزدوجة الأصلية ، هي القيمة التي يعبر بها عن تلف الورق .

٢ - أن قياس درجة بلورة الورق وتعيين التركيب التجزيئي (Fractional composition) للسيلولوز هي أكثر الطرق دقة للتعبير عن مدى قابلية الورق للبقاء . أى مدى مقاومته لعوامل التلف - والواقع أن معدل التلف في درجة بلورة الورق وفي التركيب التجزيئي للسيلولوز بالقسم يعبر عن عمليات التكسير التي تتعرض لها جزيئات السيلولوز

(deploymertization) بطريقة أفضل مما يعبر عنه التغير الذي يحدث في محتوى الورق من الألفا سليولوز (Alpha — Cellulose) .

ولقد ثبت أن أكثر أنواع الورق مقاومة لعوامل التلف هو الورق الذي تتراوح فيه درجة التبلر ما بين ١٠٠٠ ، ١٢٠٠ والذي لا يحتوى على أية مكونات ذات درجة تبلر أقل من ١٠ .

٣ - وجد أن قيمة الأس الهيدروجيني (P.H. Value) للمحلول المائي المستخرج من الورق ذو القابلية الكبيرة للبقاء تتراوح ما بين ٦.٥٠ - ٧.٥٠ وأن معدل حيوضة الورق يزيد بالتقدم نتيجة لعمليات الأكسدة التي يتعرض لها الورق .

٤ - عندما توجد الكتب والمخطوطات والوثائق في مخازن أو خزانات عرض يراعى في تجهيزها عدم تعريض هذه المكتبات للتأثير المدمر للضوء - وخاصة الأشعة فوق البنفسجية - وعدم تعريضها كذلك لتأثير الهواء وما به من شوائب غازية . وفي حالة وجودها في درجات رطوبة نسبية مناسبة .٠٠ فإن تلف الورق في هذه الحالة يكون بسبب التحلل المائي (Hydrolytic degradation) لمكونات الورق الذي يتم نتيجة للتفاعل بين مكونات الورق السليولوزية وبقايا المواد الكيميائية المستخدمة في عمليات تحضير عجائن الورق (Cooking of paper pulps) وايضا بقايا المواد الكيميائية الرابطة والمبيضة (Sizing and Bleaching reagent) وعلى هذا يمكن القول بأن تلف الورق بالمخازن وخزانات العرض ينشأ أساسا بسبب عمليات التحلل المائي التي تتسبب فيها روابط التكافؤ (Valency bonds) وكذلك الروابط الجلوكوسيدية (Glucosidic bonds) في سلاسل السليولوز (Cellulose chains) أى أنه تقادم كيميائي (Chemical ageing) ومن ثم يجوز لنا أن نقول أن فحص الورق بطرق الإسراع الصناعى فى قدم الورق وباستخدام الحرارة هو أفضل الطرق التى تعبر عن مدى قابلية الورق للبقاء أى مدى مقاومته لعوامل التلف .

ولقد قام ر. ر. يابروفا (R. R. Yabrova) بدراسة عملية على أكبر قدر من الأهمية لمعرفة طبيعة ونوعية ومدى التغيرات التي تحدث للورق في عمليات الإسراع الصناعى فى قدم الورق . ولعل يكون من المفيد ايجاز هذه الدراسة القيمة حتى تكون دليل عمل لمن يرغب من العاملين فى حقل علاج وترميم وصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية . وقد تميزت هذه الدراسة بالاتجاهات الآتية :

التغيرات التي تحدث في الورق كدلالة على تأثير الحرارة :
Changes in the paper as a function of temperature.

قام ر. ر. يابروفا بتعرض عينات مأخوذة من ورق الجرائد لتأثير درجات حرارة مختلفة هي ٣٥ درجة م. ، ٣٥ درجة م. ، ٥٥ درجة م. ، ٨٠ درجة م. ، ٩٥ درجة م في درجة رطوبة نسبية ثابتة هي ٧٣ ٪ .
ولقد ثبت له أن :

١ - لم يترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٢٥ درجة م. ، ٣٥ درجة م والتي استمرت مائة يوم أى انخفاض في قيم الخواص الميكانيكية للورق .

٢ - ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة حرارة ٥٥ درجة م حدوث تغيرات بطيئة جدا في الخواص الميكانيكية للورق ٠٠ .
فقد انخفض وإلى حد ما تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة وخمسين يوما من المعالجة الحرارية ٠٠ وباستمرار المعالجة وبعد مرور مائة يوم حدث انخفاض كبير في تحمل الورق للطى ٠ وفيما يختص بمقاومة عينات الورق للعالج حراريا للكسر وتحملها للمط أو الشد فلم يحدث فيها أى تغير يذكر ٠ ومن ناحية أخرى فقد زادت حموضة عينات الورق ببطء شديد ، فقد انخفضت قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) أى زادت حموضة الورق بعد مرور ثلاثين يوما من المعالجة الحرارية بنسبة ٦ ٪ .

٣ - ترتب على المعالجة الحرارية لعينات الورق عند درجة ٨٠ درجة م انخفاض سريع في مدى قدرة الورق على تحمل الطى ٠٠ فقد حدث انخفاض ملحوظ جدا في قيمة تحمل الورق للطى بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية ٠٠ وعندما استمرت المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة انخفضت قيمة تحمل الورق للطى إلى الصفر ٠ ومن ناحية أخرى فقد ظلت مقاومة الورق للكسر ثابتة مدة طويلة ، إلا أنه قد حدث تغير طفيف في قيمة مقاومة الورق للكسر باستمرار المعالجة الحرارية عند هذه الدرجة من الحرارة ٠٠ أما قيمة الحموضة الحرة في الورق فقد زادت بدرجة بسيطة ٠

٤ - ترتب على المعالجة الحرارية عند درجة حرارة ٩٥ م انخفاض كبير في قيم تحمل عينات الورق المعالجة للطى وصل إلى ٦٥ ٪ ، وذلك بعد مرور خمسة أيام من المعالجة الحرارية ٠٠ بينما لم تتغير قيم مقاومة الورق للكسر تغيرا ملحوظا .

التغيرات التي تحدث في الورق عند درجات الحرارة العالية كدلالة على
تأثير الرطوبة النسبية في الجو :

Changes in paper kept at a high temperature as a function
of the Relative Atmospheric Humidity.

عرضت عينات الورق المراد فحصه وكانت من ورق الطباعة وورق
الجرائد وأيضاً من ورق مصنوع من ألياف القطن لتأثير درجات مختلفة
من الرطوبة النسبية عند درجة حرارة عالية هي ٨٠ درجة م ٠٠ ولقد
ثبت أن :

١ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة وورق
الجرائد لتأثير جو جاف عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة خمسة أيام أن
انخفضت قيمة تحمل ورق الطباعة للطي بمقدار من ١٣ الى ٣٦٪ بينما
انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطي بمقدار ٢٥٪ .

٢ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة
ورق الجرائد لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة
خمس أيام انخفاض قيمة تحمل ورق الطباعة للطي بمقدار من ٥٥ - ٧٢٪
بينما انخفضت قيمة تحمل ورق الجرائد للطي بمقدار ٥٧٪ .

٣ - ترتب على تعريض عينات الورق المأخوذة من الورق المصنوع من
الياف القطن لتأثير رطوبة نسبية ٧٠٪ عند درجة حرارة ٨٠ درجة م لمدة
خمس أيام حدوث تغير طفيف في قيمة تحمل الورق للطي ٠٠ ولقد لزم
لاحداث تغير ملحوظ استمرار المعالجة الحرارية لمدة طويلة جداً ،

ومن ذلك أمكن استخلاص النتائج الهامة التالية :

— تعرض الورق للحرارة في وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية
(٥٩ - ٧٣ ٪) يؤدي الى احداث انخفاض حاد في تحمل الورق
للطي - كدلالة على التغيرات التي تحدث في الخواص الميكانيكية
للورق - بينما تعرض الورق للحرارة في وجود نسبة منخفضة من
الرطوبة النسبية (٢٠ ٪) لا يترتب عليه الا حدوث تغيرات طفيفة
في تحمل الورق للطي .

— تعرض الورق للحرارة - حتى ولو كانت عالية - في وجود نسبة
عالية من الرطوبة النسبية لا يترتب عليه الا تغير طفيف في تحمل
الورق للكسر .

— اختبارات الاسراع الصناعي في قدم الورق في جو رطب لا بد أن
تجرى في وجود نسبة ثابتة من الرطوبة النسبية .

— للحصول على معدل قدم كبير في اختبارات الاسراع الصناعي في قدم الورق لابد من اجراء الفحص في وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية في جو الأفران .

— اجراء اسراع صناعي في قدم الورق المصنوع من الياسف تتميز بقابليتها للبقاء مثل الياف القطن يتطلب استمرار المعالجة الحرارية لوقت طويل .

— الاسراع الصناعي في قدم الورق عند درجات حرارة عالية (٨٠ درجة — ٩٥ درجة م) في وجود نسبة عالية من الرطوبة النسبية (٥٩ — ٧٣ ٪) يترتب عليه احداث انخفاض كبير في تحمل الورق للطي . وعلى أية ولكي تتمكن من الوصول الى تصور حقيقي واضح عن المدة الزمنية اللازمة لتقادم الأنواع المختلفة من الورق تحت الظروف السائدة في أماكن بئنها لابد لنا من مداومة التجارب حتي نتمكن في النهاية من تهيئة الظروف المناسبة لصيانة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .

التغيرات الكيميائية والفيزيو كيميائية التي تحدث في الورق أثناء التقادم :
Chemical and physico-chemical changes taking place in the paper during Ageing.

ما لا شك فيه أن انخفاض القوة الميكانيكية للورق وعلى وجه الخصوص مدى تحمل الورق للطي هو نتيجة للتغيرات الكيميائية والفيزيو — كيميائية التي تحدث في الورق بالقدم . . . وسوف نحاول الآن مناقشة تأثير عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق التي تجرى عند درجة حرارة ٨٠ درجة م على عدد من العوامل التي تتحكم في مدى مقاومة الورق للتلف وهي :

١ — الحموضة الحرة (Free Acidity)

٢ — محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية (Carboxyl group content)

٣ — مدى تكسر جزيئات السليولوز (Degredation of Cellulose macre molecules) .

٤ — محتوى الورق من مجموعات الألدهيد (Aldehyde group content)

وذلك على ضوء الدراسة العملية التي قام بها ر . و . يابروفا (R. R. Yabrova) على النحو التالي :

زيادة الحموضة الحرة في الورق أثناء عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م° وفي جو رطوبته النسبية ٧٠٪ :

اختبرت الحموضة الحرة للعينات المأخوذة من ورق الجرائد قبل وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق على فترات من الزمن .

وقد أجرى الفحص بأن أخذت حوالى عشرة جرامات من الورق وضعت بعد تقطيعها الى أجزاء صغيرة جدا في دورق من الزجاج مزود بمكثف وأضيف اليها حوالى ١٠٠ سم^٣ من الماء المقطر الخالى من غاز ثانى أكسيد الكربون ثم جرى تسخينها على حمام مائى لمدة ساعة ٠ وأخيرا عينت الحموضة الحرة في الماء باستخدام جهاز البوتنشسيومتر (Potentio-meter)

ولقد ثبت أن التغير في الحموضة الحرة في الورق أثناء عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق كانت بطيئة جدا ٠٠ فبعد مرور خمسة عشر يوما قلت قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) أى زادت الحموضة - بنسبة ٩٪ - وبعد مرور ثلاثة وثلاثين يوما قلت قيمة الأس الهيدروجيني بنسبة ١٧,٨٪ ٠

التغير في محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية :

من الثابت أن السليولوز عندما يتعرض تحت ظروف خاصة للاكسدة فإن محتواه من المجموعات الكربوكسيلية يزداد ٠٠ ولقد عيّن محتوى عينات الورق المأخوذة من ورق الجرائد من المجموعات الكربوكسيلية باتباع طريقة خلاص الكالسيوم على فترات زمنية متباعدة أثناء عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م° وفي وجود رطوبة نسبية مقدارها ٧٠٪ ٠٠ وقد ثبت حدوث زيادة صغيرة في محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية (٥,١٣٪) بعد مرورة عشرة أيام ٠٠ وبعد مرور عشرين يوما حدثت زيادة كبيرة في محتوى الورق من المجموعات الكربوكسيلية بلغت ٣٦,٣٪ ٠

التغير في محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية :

من الثابت أن عمليات الأكسدة التى يتعرض لها الورق تتسبب في زيادة محتواه من المجموعات الألدهيدية نتيجة للتأكسد الجزئى للمجموعات الكحولية (Alcoholic groups) وتحولها الى مجموعات ألدهيدية ٠

ولقد عيّن التغير في محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية بأكسدة مجموعات الألدهيد باستخدام محلول ٠٣ ن عيارى من اليود

(0.63N) في وسط قاعدي ضعيف ، وهو محلول ٠.٥ ر عياري من البوراكس (0.05 N) .

وقد ثبت أن عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق تتسبب في زيادة كبيرة في محتوى الورق من المجموعات الألدهيدية .

مدى تكسر جزيئات السليولوز :

The extent of degradation of cellulose macro-molecules

مما لا شك فيه أن الخواص الميكانيكية للورق تعتمد على التركيب البنائي لللياف السليولوز ودرجة بلورتها . . وقد ثبت أنه كلما نقص الوزن الجزيئي لجزيئات السليولوز كلما نقصت القوة الميكانيكية لللياف السليولوز .

ولما كان السليولوز من حيث تركيبه التجزيئي (Fractional composition) يحتوي على أجزاء أو جزيئات تختلف في درجة التبلر فإن قابليته للذوبان في محلول من هيدروكسيد الصوديوم ذو تركيز معين وفي درجة حرارة معينة أيضا سوف تزداد بزيادة محتوى السليولوز من الأجزاء (Fractions) ذات درجة التبلر المنخفضة . . وعلى ذلك يمكن القول بأن زيادة ذوبان السليولوز في محلول هيدروكسيد الصوديوم سوف تشير إلى التغيرات التي ترتب عليها انخفاض درجة بلورة جزيئات السليولوز .

ولقد أجريت تجربة على عينة موزونة من الورق المصنوع من السليولوز الخالص - بعد أن أجريت عليها عملية اسراع صناعي في القدم ، وبعد أن استخرجت منها المواد الرابطة بواسطة مذيب الداي كلورو ايثان (Dichloro ethane) باستخدام جهاز سوكسلت (Soxhlet apparatus) بأن عولجت بمحلول من هيدروكسيد الصوديوم نسبة تركيزه ٤٪ عند درجة حرارة ٢٠ درجة م ولمدة ساعة . . وبعد أن رشح المحلول الناتج غسلت عينة الورق بمحلول من حمض الخليك نسبة تركيزه ٥٪ ثم بالماء المقطر ، ثم جففت ووزنت . . وأمكن بذلك تعيين نسبة السليولوز الذي ذاب بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم .

ولقد ثبت من هذه التجربة أن عملية الاسراع الصناعي في قدم الورق قد سببت زيادة في معدل ذوبان السليولوز . . وهذا يعني تكسر جزيئات السليولوز (Cellulose macromolecules) وتحولها إلى أجزاء

(Fractions) أبسط وأقل في درجة البلورة ٠٠ وقد ثبت كذلك ان معدل نسبة ذوبان السليولوز في محلول هيدروكسيد الصوديوم تزيد اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعي في جو ذو رطوبة نسبية عالية (٧٠ %) وتقل اذا ما أجريت عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق في جو جاف .

وفي نهاية الحديث عن طريق فحص الورق أرجو أن أشير الى عدة أمور هامة يجب أخذها في الاعتبار عند تناول الورق بالفحص وهي :

أولاً : يجب أن تجرى الفحوص القياسية على عينات مأخوذة من ورق مصنوع من السليولوز الخالص أو من الألياف السليولوزية المتقاة على أقل تقدير حتى يمكن تبسيط عملية استخلاص النتائج وتفسيرها ٠٠ وهي العملية التي يطلق عليها بالانجليزية اسم :
(Analysis and Interpretation of results)

ثانياً : يجب الاهتمام بقياسات مدى تحمل الورق للطي ومدى قابليته للشد أو المط كما يجب الاهتمام أيضا بعملية تعيين الرقم النحاسي للورق وتعيين محتواه من المجموعات الكربوكسيلية والميزوكسيلية وقياسات درجة حموضة الورق لأنها أكثر من غيرها تعبيراً عن حالة الورق ومدى تعرضه للتلف .

ثالثاً : عندما يراد تحديد أنماط التلف (deterioration pattern)

التي تحدث للورق عند تعرضه للرطوبة والحرارة والضوء والشوائب الغازية الحمضية الموجودة في أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية عن طريق عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق لابد أن تجرى التجارب على أنواع من الورق محددة النوعية والمواصفات وأن تقارن نتائج فحص الخواص الفيزيوميكانيكية والخواص الكيميائية والطبيعية لعينات الورق التي أجريت لها عمليات الاسراع الصناعي في القدم مع نتائج فحص هذه الخواص جميعها لعينات الورق الماثلة التي لم يجر لها عمليات اسراع صناعي في القدم ٠٠ وهذه العينات من الورق تسمى عادة بالعينات القياسية ٠٠ أي العينات التي يقاس عليها التلف الذي تعرضت له عينات الورق التي جرى اختبارها .

طرق فحص الجردى

يذكر الفريد لوكاس في كتابه (المواد والصناعات عند قدماء المصريين) الذي نقله الى العربية الدكتور/ زكى امسكندر والمرحوم محمد

كريا غنيم أن نبات البردى ينتمى إلى العائلة السعدية التي كانت تنمو في أحد الأوقات بكثرة في مستنقعات الوجه البحرى ، ولكنها الآن لا تنمو فيها ، غير أنها لا تزال تنمو في مستنقعات السودان .. ويذكر أن المصريين القدماء قد استخدموا نبات البردى في صناعة الجبال والسلاسل وبعض الأوعية التي تشبه الصناديق ، وقد ذكر هذا كل من هيرودوت وثيوفراستوس وبليني .. على أن قيمة البردى الأساسية كانت لصنع صحنف للكتابة عليها كانت هي الأصل الأول للورق الحديث .. ومن كلمة (Papyrus) الدالة على البردى اشتق الاسم الأفرنجى (paper) لنورق .

ويذكر ألفريد لوкас أنه فحص عينات نبات البردى التي أحضرت له من السودان فوجد أن طولها يتراوح بين سبعة أقدام وعشرة أقدام ، ولا يدخل في هذا الطول الجزء العلوى الذى يحمل الزهور ، كما وجد أن أقصى مقاس لقطرها هو بوصة ونصف بوصة تقريبا (١٤ بوصة) .. وساق نبات البردى ذات قطاع مثلث وتتكون من جزئين فقط : قشرة صلبة رفيعة ولب داخلى خلوى التركيب ، وهذا اللب هو ما استخدم في صنع ورق البردى .

وكما يذكر لوкас فقد شرح بليني طريقة صنع هذا الورق ، فذكر أن الساق كانت تقطع إلى سلخانات رفيعة توضع صفوفا بعضها بجانب بعض على خوان ، ثم توضع فوقها متعامدة عليها مجموعة أخرى من سلخانات مائلة ثم تبلل هذه الشرائح بماء النيل ، ثم تضغط وتجفف في الشمس .

وقد صنع بروس عدة قطع من ورق البردى في كل من الحبشة ومصر ويصف هذه القطع كما جاء في كتاب لوкас ، بقوله : « إن بعضها بديع » ولكنه يعدل هذا الوصف بعد ذلك فيذكر أنه « حتى أفضل هذه النظم كانت دائما سميكة وثقيلة وتجف بسرعة كبيرة جدا ، ثم تصير صلبة تنثنى ، ولا تكون بيضاء أبدا » ويعلق لوкас على ذلك بقوله : (إن بيان بروس كبيان بليني غير مرض فيما يختص بهل تنزع القشرة أم لا قبل أن يشقق البردى إلى شرائح ، غير أنه يبدو أنها لا تنزع) ..

ويرى بروس أن السكر والحلاوة الموجودة في عصارة نبات البردى هي المادة التي تسبب التصاق الشرائح .

وقد نجح باتسكوم جن (Battiscombe Gunn) في صنع ورق بردى فاخر معروض الآن في المتحف المصرى ، وذلك حسب الطريقة التي وضعها الآنسة بركنز (Miss E. Perkins) وقد نجح لوкас في أن يصنع ورق

بردى مائلا لما أنتجه باتسكوم جن باتباع نفس الطريقة التي يلخصها
لوكاس بقوله : تقطع سيقان نبات البردى وهي خضراء نضرة الى أطوال
يسهل تناولها ثم تنزع القشرة الخارجية ويشقق اللب الداخلى الى سلخات
سميكة ، وذلك بعمل حزوز في أحد الطرفين بواسطة سكين ثم تنزع
السلخات ، وليس من الضروري أن تكون لها ذات سمك واحد تماما ثم
يؤتى بقماش يمتص الماء ويوضع على خوان ، وترتب عليه هذه السلخات
بحيث تكون متوازية ومتداخلة بعضها ببعض ، ثم توضع فوقها وعمودية
عليها مجموعة أخرى مفرداتها هي الأخرى متداخلة قليلا ، وتغطي الطبقتان
بقطعة من القماش الماص ، ثم يبق عليهما لمدة ساعة أو ساعتين بقطعة كروية
من الحجر يمكن حملها في اليد بسهولة أو بمذقة خشبية وأخيرا يوضع
الورق الناتج في مكبس صغير لبضع ساعات أو طول الليل ، نلتحم
السلخات بعضها ببعض وتتماسك تماسكا شديدا - وذلك دون إضافة
مادة لاصقة دخيلة - مكونة صحيفة متجانسة الأجزاء من الورق الرقيق
الذي يصلح للكتابة عليه ، ويمكن تحسين سطحها بواسطة الصقل .

ومع أن الورق الناتج كان ذا لون أبيض تقريبا الا أنه كان للأسف
مشوها بعمدة بقلع صغيرة ذات لون بني فاتح . ولا شك كما يقول لوكاس
أنه كان في الامكان تفادى وجود مثل هذه البقع اذا اتخذت الاحتياطات
الخاصة .

ويمكن ترقيع أى قلوب أو أجزاء رقيقة في ورق البردى قبل كبسه
وتبفيفه ، وذلك بوضع قطعة صغيرة من لب نبات البردى الغض في المكان
المعطوب ثم دقها حتى تندمج مع باقى أجزاء الصحيفة .

ولا يعرف بالضبط التاريخ الذى بدأ فيه صنع ورق البردى ، غير
أنه توجد بالمتحف المصرى وثائق صغيرة من البردى يرجع تاريخها الى
الأميرتين الخامسة والسادسة ، وعلاوة على ذلك فقد عثر على ملف صغير
غير مكتوب في مقبرة حكاما من الأسرة الأولى .

ومما لا شك فيه أن صناعة أوراق البردى التي حذفها وبرع فيها
المصرى القديم قد توارثتها الأجيال واستمرت في جميع مراحل التاريخ
المصرى وحتى العصر الإسلامى والى أن انتشرت صناعة الورق الحديث
وإزاحت البردى من مكانته المرموقة التي احتلها عبر مراحل التطور
الحضارى .

ولما يختص بالأحبار التي استعملت في مصر القديمة ، فقد ذكر
الفرید لوكاس في كتابه : المواد والصناعات عند قدماء المصريين ، أن المداد
كان على هيئة أقراص صغيرة من المادة الجامدة تشابه ، فيما عدا الشكل ،

قطع الألوان المائية الحديثة وكان بصفة عامة من نوعين: أحمر وأسود ، وإن كانت توجد أحيانا ألوان أخرى على لوحة من لوحات الكتابة ، ولكن هذه الألوان كانت ما يستخدمه المصور في رسم المناظر لا الكتاب في التلوين ، وقد وجدت في مقبرة توت عنخ آمون واحدة من هذه اللوحات تحمل اسم مرت آبن وكان عليها في الأصل ستة ألوان ، تبقى منها خمسة وهي الأسود والأخضر والأحمر والأبيض والأصفر ، أما اللون السادس ويكاد يكون من المحقق أنه أزرق فقير موجود .

ومن المحتمل أنه كان يتم صنع أقراص الألوان بسحق مادة الألوان سحقا ناعما يليه مزجها بالصمغ والماء ثم تجفيفها ، وكانت طريقة استعمالها كما يذكر لوكاس ، هي نفس الطريقة المتبعة في التصوير بالألوان المائية الحديثة ، فكان القلم يغمس في الماء ثم يحك على قرص المسدّد .

وكتب جاز ستانج عن اللونين الأسود والأحمر اللذين وجدا على لوح كتابة من عصر الدولة الوسطى ، فقرر أنهما على التوالي كربون ومغرة حمراء . وتبين لوري أن الألوان الموجودة على لوح مصري يرجع تاريخه الى نحو سنة ٤٠٠ ق.م تتألف على التوالي من فحم خشب ومغرة حمراء وجص والمادة الزجاجية المصرية الزرقاء والأكسيد الأصفر للرصاص .

ووجد هيس في طيبة قطاعات من بوس غليظ ترجع الى الأسرة الثامنة عشرة وتحتوى على كربون كان يستعمل في صنع المسدّد . وفحص بارتو الألوان التي وجدت على بعض ألواح مصرية للكتابة ، وهي تسوّء الحظ غير محددة التاريخ وإن كان بعضها من عصر متأخر جدا كما يتبين من نتائج الفحص ، وقد وجد أن اللون الأبيض كربونات كلسيوم في بعض الحالات وكربونات مغنسيوم في حالات أخرى ، وأن اللون الأحمر بعضه مغرة حمراء والبعض الآخر أكسيد الرصاص الأحمر (سلاقون) ، وأن اللون البنى من الهيماتيت وهو أكسيد من أكاسيد الحديد ، وكان اللون الأصفر مغرة صفراء تحتوى في بعض الحالات على كبريتات كلسيوم ، وكتب عن اللون الأخضر ، كما يقول لوكاس ، أنه زجاج مسحوق ، وعن الأزرق أنه المادة الزجاجية المصرية القديمة . ويعلق لوكاس على ذلك بقوله : ولما كان استعمال السلاقون في مصر قبل الفصور الرومانية بعيد الاحتمال جدا ، فإن هذا المثال هو على الأرجح من عصر متأخر جدا . أما كبريتات الكلسيوم التي وجدت مع المغرة الصفراء فيحتل أن تكون مادة غريبة موجودة طبيعيا ، ويحتمل أن يكون اللون الأخضر القوي بأنه زجاج هو المادة الزجاجية الخضراء المصرية المشهورة . وكان اللون الأسود كربون .

ويذكر الفريد لوكاس أنه قام بفحص تسعاً من عينات الألوان المأخوذة من ألواح الكتابة ، أحدها بيضاء من عصر النبوة القديمة ، وقد وجد أنها كربونات كلسيوم ، والثمان عينات الأخرى من عهد الأسرة الثامنة عشرة ، واحدة منها بيضاء وجد أنها كبريتات كلسيوم وواحدة ذات لون أصفر قاتم كانت رهباً (كبريتور الزرنيخ) ، وثلاثاً حمراء كانت كلها من الفترة الحمراء ، وثلاثاً سوداء كانت كربونا .

وتم تحليل واحد ، كما يذكر لوكاس ، يمكن الرجوع إليه مما نشر من تحليلات المداد الذي كتبت به الوثائق المصرية القديمة ، وقد أجراه فيزير وأورده في بيان عن برديات رينر التي وجدت بالفيوم ويرجع تاريخها إلى الفترة الممتدة من القرن التاسع إلى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، فذكر أن هذه البرديات مكتوبة بنوعين مختلفين من المداد أحدهما مداد كربوني والآخر مداد حديدي . وذكر شوبرت كذلك نوعين من المداد استخدما في الكتابة على البردى أحدهما أسود والآخر بني يرجع تاريخه إلى القرن الرابع الميلادي غير أن طبيعة هذا النوع من المداد لم تعين فيما يظهر ، وإن كان لونه البني ، كما يقر لوكاس ، يشير إلى أنه مداد حديدي .

وقد فحص « كرم » عينات من مداد أسود كتب به على لخاف قبطية فوجد أنها تتكون أساساً من الكربون . ويذكر لوكاس أنه قام بفحص عينات شتى من مداد أسود على بعض الوثائق ، وكانت تتضمن عدداً كتب به على لخاف (لم يحدد تاريخها) ، وعدداً حررت به برديات يمتد تاريخها من العصور الرومانية إلى القرن التاسع الميلادي ، فكانت كلها من الكربون ، وعدداً حررت به عدة وثائق من الرق يرجع تاريخها إلى الفترة الممتدة من القرن السابع إلى القرن الثاني عشر بعد الميلاد ، وكان المداد في جميع هذه الحالات أحد مركبات الحديد .

ويقرر لوكاس أن الكربون المستخدم في صنع المداد كان هو السناج في معظم الأحوال ، وكان يكشف من أوعية الطبخ في الغالب ، ولو أنه كان يجهز في بعض الأحيان لهذا الغرض خاصة . ويشد عن هذا فهم الخشب الذي وجدته لوري .

وثمة طريقة لاعداد مداد الكربون الذي يستعمل في كتابة الكتب الدينية ، يقول لوكاس أن أحد كهنة الكنيسة القبطية قد تكرم وأطلعه عليها ، وبيانها كالآتي : توضع كمية من البخور على الأرض ومن حولها ثلاثة أجراء أو قوالب طوب . ويعتد إليها صفيحة فخارية بحيث يكون قعرها إلى أعلى ، وتغطى بقطعة مبتلة من القماش ثم يشمل البخور ، فيرسب

ما يتكون من البخور على الصفحة ، فيؤخذ ويمزج بالصمغ العربي والماء ، ويتكون بذلك المداد المطلوب .. ويذكر لو كاس أيضا أنه يوجد بدار الكتب فى القاهرة كتاب عربى قديم يحتوى على وصفه لتركيب ما سمي بالمداد الفارسى ، وهذا الكتاب غفل من إسم واضعه وتاريخ كتابته .. أما الوصفة ، وكما ذكرها لو كاس ، فبباعتها أن يؤخذ نوى البلح ويوضع فى وعاء فخارى ويسد الوعاء بسدادة من الطين ويوضع فوق النار حتى اليوم التالى ثم يرفه ويترك حتى يبرد ، فيؤخذ ما فيه ليطحن وينخل ويهضم منه المداد بمزجه بالصمغ العربي والماء .. وقد علق لو كاس على هذه الوصفة بقوله : « ولكن مدادا كهذا يكون ردى النوع محتويا على كمية قليلة جدا من الكربون الخالص » .

والكربون أقدم ما عسرف من مواد صنع المداد ، ويرجع تاريخ استخدامه بمصر فى الكتابة الى عصر من العصور التى تسبق عهد الأسرة الأولى المصرية ، أى الى ما قبل سنة ٢٤٠٠ ق م ، فقد عثر بترى - كما جاء فى كتاب لو كاس - على (عشرات من الجرار المصنوعة من الفخار عليها كتابات بالمداد) ، وهذه الجرار من تاريخ (ربما كان يرجع الى منتصف عهد الأسرة السابقة للملك مينا) .. وهناك أيضا أمثلة من الكتابة بالمداد الأسود مما يرجع الى عهد الأسرة الأولى بعضها على أجزاء من أوان حجرية مكسورة ، واحداها على ختم حرة ، واثنتان منها على لوحين خشبيتين .. ويقول لو كاس أنه على الرغم من أن المداد لم يحل فى أى من هذه الحالات ، فإنه مما يبعد احتمال جده أن يكون من مادة أخرى غير الكربون .

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة صناعة ورق البردى وأوضحنا فيها بعض الطرق التى حاول بها بعض الدارسين عمل ورق بردى بقصد الوقوف على الطريقة التى استطاع بها المصرى القديم إنتاج بردياته التى سجل بها سبقا حضاريا ستظل البشرية مدينة له ولحصر بفضلها ، والتى تناولنا فيها أيضا نشأة المداد ونوعياته وتطور استخدامه والطرق التى تصورها الدارسون لصناعاته قديما ، نقول : أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتركب أساسا من السليولوز وبقايا طفيفة من عصارات نبات البردى التى تتكون بصفة أساسية من قليل من الألاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدابضة .. وهذا التركيب البسيط أو هذه الخاصية هى التى مكنت أوراق البردى من البقاء وأعطتها القدرة على مقاومة عوامل التلف .

وقد يخصص بالمداد الذى استخدم عبر آلاف السنين ، منذ عصر ما قبل الأسرات وحتى القرن الثالث عشر بعد الميلاد ، نقول بأنه هو الآخر يتميز ببساطة تركيبه وقلة نوعياته وبأنه صنع هو الآخر من مواد طبيعية

غير نشطة كيميائيا الى حد كبير ، الأمر الذي لم يجعل منه مصدر اتلاف كبير لأوراق البردى .

وعلى هذا الأساس نرى الاكتفاء ببعض الاختبارات البسيطة التي يمكن بواسطتها التعرف على مكونات أوراق البردى البسيطة والمحدودة والحالة التي توجد عليها . وهذه الاختبارات سوف تساعد دون شك في عملية اختيار المناسب من طرق ومواد العلاج والصيانة في تهيئة ظروف الحفظ والعرض المناسبة . ونرى أن أهم الاختبارات التي يجب القيام بها هي :

١ - التعرف على أنواع الأحبار المستخدمة واختبار مدى مقاومتها للذوبان في الماء أو المذيبات العضوية .

٢ - التعرف على المواد اللاصقة المستخدمة في تثبيت الأحبار .

٣ - قياس أو تعيين تركيز أيونات الهيدروجين في المحلول المائي الذي يمكن في أغلب الحالات استخلاصه بسهولة وأمان من أوراق البردى .

٤ - التعرف على المركبات المعدنية المختلطة بأوراق البردى وذلك باتباع طرق الفحص الميكروسكوبي .

٥ - التعرف على نوعية المواد السليولوزية المكونة لأوراق البردى والحالة التي توجد عليها .

ولما كانت جميع هذه الاختبارات وغيرها قد ذكرت بتوسع وبتفصيل عند تناولنا لطرق فحص الورق ، فليس هناك داع لتكرار الحديث عنها ويمكن الرجوع إليها واختيار المناسب منها .

طرق فحص الجلود والرق

طرق فحص الجلود :

من النابت الآن أن هناك علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى يحيا بها الحيوان والظروف التى يتواجد فيها وبين الخواص التركيبية للجلود الحية ، وذلك على أساس أن الجلود ليست فقط أغشية حامية للحيوان ولكنها تقوم أيضا بالكثير من الوظائف الحيوية الفسيولوجية ، مثال ذلك حفظ درجة حرارة الجسم وإفراز مائه الزائدة وحمايته من أخطار العوامل الطبيعية والبكتريولوجية الضارة .. ولو نظرنا الى الجلود من هذه الزاوية لأدركنا الكثير من العوامل التى تتحكم فى الكيفية التى تنمو بها جلود الحيوانات .

ولقد كان للبيولوجيين والمتخصصين فى علم الأنسجة الذين قاموا بدراسة الخواص التشريحية للجلود الفضل الأكبر فى تزويدنا بالكثير من المعلومات التى استعملنا عن طريقها معرفة الكثير عن الخصائص التركيبية للجلود وبالتالي معرفة الكثير عن وظائفها الحيوية .

وفىما على سوف نورد مقطع (Cross Section) فى أحد العينات المأخوذة من جلد الماشية (Gattle hide) وسوف نقف من خلال دراسته على المكونات الأساسية للجلد والوظائف التى يقوم بها .

ونجد أن اللامع السائدة فى هذا المقطع هى الحويصلات الشعرية (hair follicles) وكيفية نمو الشعر منها .. ويوضح لنا أن الشعر له

جذر على هيئة بصيلة-مفرطة القاع لها جراب على شكل الكاسي أو الفنجان .. وفي أثناء نمو الشعر تتغذى الحويصلة من خلال وعاء دموي صغير بينما نجد أن البروتين وغيره من المواد الموجودة في الحويصلة تتخذ شكل خلايا تتركز في جذور الشعر .. وفي أثناء نمو الشعر فإن هذه الخلايا تتحرك نحو سطح الجلد وتصبح أكثر استطالة .. وفي الوقت الذي تصل فيه ألياف الشعر إلى سطح الجلد فإن هذه الخلايا تنتشر على هيئة وحدات جناحية طويلة رفيعة داخل الشعر ذات ..

وتتكون الأسطح الخارجية للشعر من مواد بروتينية تتصلب بالتدريج كلما نما الشعر حتى أنها عندما تخرج من سطح الجلد من خلال الحويصلات تكتسب مظهرا صلبا محرشا ..

ويتكون الشعر أساسا من الكيراتين (Keratin) أي البروتين الذي يحتوي على الكبريت (Sulphur-bearing protein) وتختلف حويصلة الشعر بخيوط من الكيراتين تمتد من سطح الجلد إلى الحويصلة ثم تصعد ثانية إلى السطح ..

وتسمى الطبقة الخارجية من الجلد بالبشرة (Epidermis) وهي طبقة صلبة على هيئة قشور وتتميز بأنها خاملة كيميائيا .. ونمو خلايا الجلد من تحت طبقة البشرة وتندفع إلى أعلى مهياة نموا جديدا يحمي الطبقات الخارجية من الجلد .. ويوجد في منتصف الطريق من الطبقة الخارجية للجلد إلى حويصلات الشعر أنابيب (Ducts) تخرج من الغدد الشحمية (Sebaceous gland) وهذه الغدد عبارة عن غدد تفرز المواد الدهنية التي تقوم بتوصيلها القنوات المتجهة إلى الحويصلات ثم إلى الشعر نفسه وكذلك إلى السطح الخارجي للجلد ..

ونجد أن هذه الغدد توجد بكثرة في جلود الحيوانات التي تحمل فراء ثقيلة حتى تحفظ لألياف الشعر طراوتها .. وبالإضافة إلى هذه الوظيفة نجد أن الغدد الشحمية تقوم بوظيفة حيوية أخرى وهي حفظ درجة حرارة الدم في الكثير من الحيوانات ذات السماء الدافئة .. وبجانب الغدد الشحمية يوجد بالجلد نوع آخر من الغدد يطلق عليه اسم الغدد العرقية (Sudoriferous or Sweat glands) وهي الغدد التي يتخلص الجسم بواسطتها من الماء الزائد في الأنسجة وكذلك من فضلات الجسم الضارة كالأحماض وغيرها .. ويتم ذلك عن طريق المسام الموجودة بالجلد .. ويرتب على تبخر العرق الذي تفرزه هذه الغدد انخفاض درجة حرارة الجسم .. ونجد أن هناك توازنا دقيقا بين عمل الغدد الشحمية والغدد

العرقية بحيث يؤدي الى ثبات درجة حرارة الجسم ، وهو احتيايج حيوي على اكبر قدر من الأهمية •

ونجد أن التركيب البنائي للألياف الشعر بالقرب من سطح الجلد يتميز بنمط وثيق الصلة بدرجة انحدار أو ميل الحويصلات الشعرية •• كما نجد أن هذا التركيب البنائي في هذه الطبقة السطحية من الجلد يتميز بدقته وانتظامه بينما نجد أنه في الطبقة الجلدية التي تقع أسفل جذور الشعر يتحول الى تركيب عشوائي غير منتظم الى حد كبير ، ونجد أن زاوية النسج (Angle of Weave) الخاصة به تكون في حدود ٤٥ درجة •• ونلاحظ هنا أن التركيب البنائي للألياف يتميز بأنه كثيف وتقبل وذو عقد (Tangled) وبالقرب من الطبقات الداخلية للجلد نجد أن الألياف تتخذ الى درجة كبيرة مسارا أفقيا موازيا للسطح الخارجي للجلد •

ويتميز التركيب الشبكي للألياف الكولاجين (Collagen) باحتوائه على حبيبات دقيقة على سطحه ووجود ألياف كاملة وكثيفة في منتصفه •• وهذه الخاصية التي يتميز بها التركيب الشبكي للألياف الكولاجين هي التي تكفل لنا إمكانية تحويل الجلود الخام الى جلود مدبوغة •• ويمكن القول بأن هيئة وشكل الألياف الكولاجين هي التي تمنح للجلود المدبوغة هذه الخواص الفريدة من حيث الاستعمال والمظهر الجمال •

بالإضافة الى التركيب الشبكي للألياف الكولاجين يوجد بالجلود الحية تركيب شبكي آخر من الألياف اللاستين (Elastin) والألياف اللاستين هذه تتميز بأنها خاملة كيميائيا وبأنها تزيد من صلابة الجلود •

ويوجد في جلود الحيوانات عددا من الأعصاب ، ومن أهمها النوع الذي يطلق عليه اسم العصب الساند للألياف الشعرية (Erector Pilismuscle) وهو يتفرع من فتحة حويصلة الشعر ويسير الى أسفل بزاوية أقل ميلا أو انحدارا من زاوية ميل حويصلة الشعر ذاتها •• وهذا العصب هو الذي يسبب انصاف الشعر في لحظات الخطر ، الأمر الذي يجعل الحيوان أكثر انتباها وحذرا لمواجهة هذا الخطر ، وبالإضافة الى ذلك فإنه يزيد من قوة إبصار الحيوان في لحظات الخطر

هذه ٠٠ وقد أثبتت الدراسات التي أجريت في هذا الموضوع وجود دلائل كثيرة تشير الى أن الشد الذي يحدث في هذا العصب يسبب قيام الغدة الشحمية (Sebaceous gland) بإفراز كمية أكبر من المواد الدهنية ٠٠ وهذا التصرف التلقائي هو جزء من التفاعلات الفسيولوجية التي تصاحب شعور الحيوان بالألم .

وتوجد تحت سطح الجلد مجموعة أخرى من الأعصاب تتخذ مسارا موازيا لسطح الجلد وتمتد من منطقة بالقرب من الكتفين على هيئة وحدات مروحية واسعة (Wide fan type patterns) حتى تصل الى الأرجل الخلفية .

والواقع أن الأعصاب ليست لها أهمية في الجلود المدبوعة ولذلك فإنه يجب إزالتها أثناء عمليات تصنيع الجلود المدبوعة .

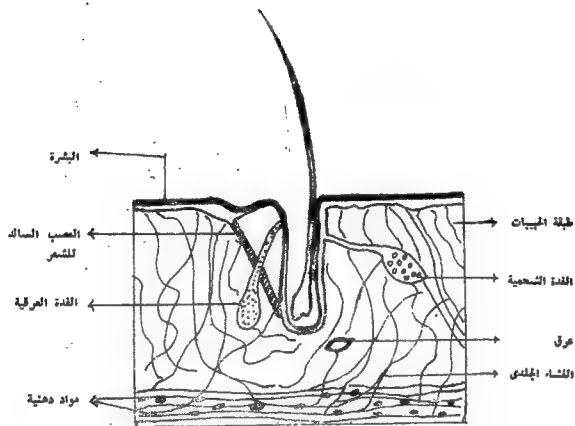
وتستخدم الفراغات الموجودة بين حزم الكولاجين في تخزين المواد الغذائية الزائدة على هيئة دهون ٠٠ وتنقسم الدهون في الجلود الى قسمين :

القسم الأول : يقوم بوظائف فسيولوجية حيث يستخدم في عملية تشحيم الشعر وفي حفظ درجة حرارة الجسم .

القسم الثاني : فيقوم بدوره كمخزون للمواد الغذائية .

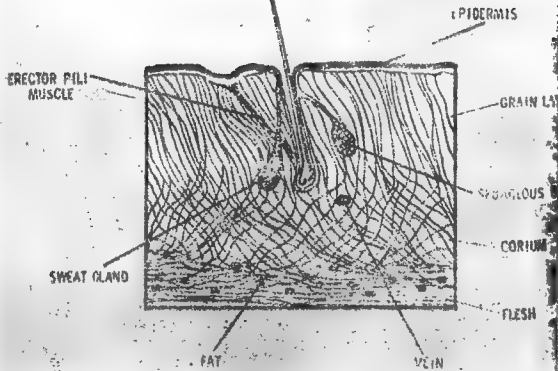
وفي فصل الربيع وعندما تتخلص الحيوانات من فرائها الثقيلة فإن الشعر يتساقط من جذوره وينمو شعر جديد من نفس الحويصلة ويترتب على هذه العملية أن تتكرر بصفة دورية. في فصول السنة المختلفة تغيرات كبيرة في التركيب البنائي للشعر ، الأمر الذي يترتب عليه حدوث تغير في نوعية الجلود المدبوعة .

وتحتوي الجلود أيضا على نظام كامل من الشرايين والعروق ٠٠ ويمكن أن نفرق بسهولة بين الشرايين والعروق ، فالشرايين قد بنيت على أساس أنها تتحمل ضغط الدم العالي ولهذا فهي مبطننة بطبقة دهنية .

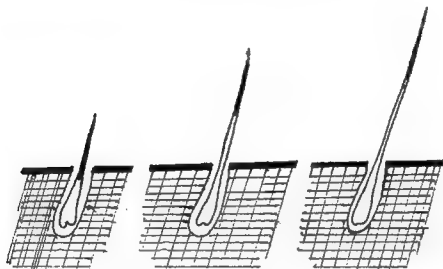
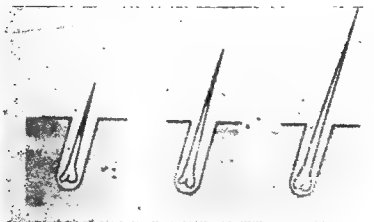


«مقطع في جلد يقرى تظهر فيه المكونات الأساسية للجلد ،

(After Thomas C. Thorstensen)

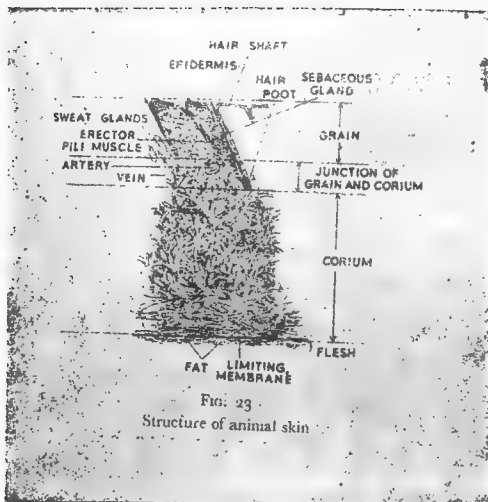


« مقطع يوضح التركيب البنائي لجلود الحيوانات »
 (After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)



رسم يوضح النمط التقليدي لنمو الشعر في جلد البقر وغيره من
الحيوانات ذات الكماء المائلة .. ويتمو الشعر الجديد في الحويصلة بطور
كاملة النمو .. مع ملاحظة أن النمو الجديد للشعر يحدث في قاع
الحويصلة .

(After Thomas C. Thorstensen)



« التركيب البنيائي لجلود الحيوانات »

(After Brit. Leather Mfrs. Research Assn.)

وبعد هذه المقدمة الموجزة التي تناولنا فيها الخصائص التشريحية
للعنود والوظائف الفسيولوجية لمكوناتها ومدى تأثير البناء التركيبي
للألياف بهذه الخصائص والوظائف نستطيع الآن مواصلة الحديث عن فحص
الجنود المدبوغة • وسوف نكتفى بالحديث عن الفحص الميكروسكوبى وعن
تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH. Value) وذلك على أساس
أنهم أهم وأيسر وسائل الفحص التى يستطيع المرمم أو المعالج على أساسها
الوقوف على نوعية وحالة الجلود وتقرير ما يلزم لها من ترميم وعلاج •

أولا ... الفحص الميكروسكوبى :

سبق أن أوضحنا وجود علاقة مباشرة بين الكيفية أو الطريقة التى
يعيش بها الحيوان وظروف التى يتواجد فيها وبين الخواص التركيبية
أو البنائية للجلود الحية •• ونزيد على ذلك بأن نقول أن الدراسات
الحديثة قد أثبتت وجود علاقة مباشرة بين هذه الخصائص وبين نوع
الحيوان وجنس وظروف معيشته وطعامه •• ومن هذا يمكن القول بأنه
يمكن لنا بالفحص الميكروسكوبى لشرائح الجلود أن نفرق بين أنواعها
المختلفة إذا ما عرفنا الخصائص التى تميز كل واحد منها •• وهذا
ما سوف نتناوله بالحديث •

جلود الماشية : (Cattle hide)

فى حالة الماشية يقسوم كل من الشعر والجلد بوظيفة الحماية
للحيوان •• ونجد أن ألياف الجلد تكون أثقل فى منطقة الظهر عنها فى
منطقة البطن ، وكذلك الشعر فإنه يكون أطول فى منطقة الظهر عنه فى
منطقة البطن •

ومن ناحية أخرى توجد فروق جوهرية بين جلود الماشية التى تربي
بفرض الاستفادة من لحومها (beef cattle) وبين جلود الماشية التى
تربي بفرض الاستفادة من البانها (dairy cattle) وذلك لاختلاف
نوعية الملف الذى يقدم لكل منهما ، فعلف الماشية التى تربي بفرض
الاستفادة من لحومها يكون عادة غنياً بالبروتين ، بالإضافة الى ذلك فإن
تسمين الماشية للاستفادة من لحومها ينتج عنه ترسب كمية كبيرة من
الدهون فى جلودها ، الأمر الذى يترتب عليه حدوث تغيرات ملحوظة فى
كيفية ترتيب ألياف الجلد (Change in fiber orientation)
اذ نلاحظ وجود خلل فى ترتيب ألياف الجلد الرأسية نتيجة لترسب كتل
الدهون فى الجلد •

ولما كانت الماشية التي تربي بقصد الاستفادة من ألبانها تعيش عادة في حظائر تحت ظروف غير متقلبة إلى حد كبير ويقدم لها العلف الفني بالمواد التي تجعلها تدر كمية كبيرة من اللبن ، فإن جلودها تختلف عن جلود الماشية التي تربي بغرض الاستفادة من لحومها ، ونجد أن جلودها تتميز بأنها أقل سمكا وأكثر انسياسا وأقل إحتواء على الدهون وشعرها أقل طولاً . (انظر صور الفرائح الميكروسكوبية) .

جلود العجول : (Calf skin)

تذبح العجول الذكر اللباني بعد مرور شهرين أو أكثر من ولادتها ، ولما كانت جلود الماشية ، بطبيعة الحال ، هي جلود العجول اليافعة فإننا لابد أن نتوقع وجود علاقة بينهما . ولهذا السبب فإننا نجد أن عدد حويصلات الشعر (Hair follicle) في كل منهما واحدا ، وأن الاختلاف الرئيس بينهما من وجهة النظر البنائية (Structural Point of View) هو في دقة حبيبات جلود العجول .

ولما كانت حويصلات الشعر في جلد العجول أصغر كثيرا من مثيلاتها في جلد الماشية وأكثر التصبعا ، ولما كانت حزم الكولاجين (Collagen bundles) أصغر من مثيلاتها في جلود الماشية ، فإننا نجد أن جلد العجول يتميز بتركيبه البنائي الدقيق . وهذه الخاصية تجعل جلد العجول أكثر صلاحية لإنتاج الجلود الفاخرة (انظر صور الفرائح الميكروسكوبية) .

جلود الأغنام : (Sheep skin)

من الأهداف الرئيسية لتربية الأغنام الاستفادة من صوفها ، ولهذا نجد أن المربين يقدمون لها الأعلاف التي تساعد على نمو الصوف وتحسين نوعيته . ولما كان الصوف يشكل في الواقع الوقاية الرئيسية للأغنام ، فإننا نجد أن الجلود في هذه الحالة تقوم أساسا بدور الأرضية التي ينمو منها الصوف وتضاهل دورها في عملية الوقاية ، ولذلك فإننا نجد عند فحص مقطع جلود الأغنام وجود عدد كبير جدا من غدد الدهون (Fat glands) التي تستخدم إفرازاتها الدهنية في تشحيم أو تطرية الصوف .

وتتميز جلود الأغنام بأنها متناحية جدا وبأنها لا تحتوي على كثير من ألياف الجلد البنائية (Structural fibers) وترتب على نقص ألياف الجلد البنائية ووجود عدد كبير من غدد الدهون في طبقة الجلد الواقعة

نسقى جذور اشعر حدوث ضعف طبيعى فى هذه المناطق (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .

جلود الماعز : (Goat skin)

الماعز حيوان يعيش فى المناطق الإسنوائية . . ويقوم كل من الشعر والجلد بوظيفة الحماية لهذا الحيوان . . وإذا ما عقدنا مقارنة بين جلود الماعز وجلود الأغنام فسوف نجد أن جلود الماعز تفضل جلود الأغنام لاحتوائها على تركيب بنائى متماسك وتميز من الألياف الجلد .

ولتميز جلود الماعز بتركيب بنائى متماسك فإنها أكثر قابلية للبقاء (durable) ولذا تستخدم فى صناعة أفخر أنواع الجلود المدبوغة . (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية)

جلود الخنازير : (pig skin)

من الثابت أن جلود الخنازير تتوافق تماما مع الكيفية التى تميز بها الخنازير . وتكتسى جلود الخنازير بكمية قليلة من الشعر ويتميز تركيبها البنائى بصلابته وتماسكه واحتوائه على كمية كبيرة من الدهون . . وشعر الخنزير هو الآخر يتميز بصلابته النسبية وبوجوده على هيئة خصلات (Clumps) ونجد أن قاع حويصلات الشعر يقع بالقرب من السطح السفلى للجلد . . وعلى ذلك تتميز جلود الخنازير بمساميتها واحتوائها على ثقوب نافذة فى طبقات الجلد المختلفة وذلك بسبب وجود حويصلات الشعر بالقرب من السطح السفلى للجلد . (أنظر صورة الشرائح الميكروسكوبية) .

جلود الخيل : (Horse Hide)

يقسم جلد الحصان عادة الى جزئين متميزين ، الجزء الأمامى من الجلد ، وهو على الرغم من كثافة الشعر به يتميز برقته النسبية وبتشابهه الى حد كبير مع جلود الماعز من حيث تميزه بتركيب بنائى متماسك من الألياف . . أما الجزء الخلفى من الجلد وهو الجزء الذى يغطى مؤخرة الحصان فنجد أنه أكثر سمكا ، كما أن المساحة الواقعة منه فوق قمة مؤخرة الحصان تتميز بتركيب شبكى متضام وتماسك من الألياف يطلق عليه اسم محارة الآلية أو محارة الأرداف (Horse butt shell) ويمكن تمييز هذه المحارة بسهولة عن طريق تركيبها البنائى المتميز بكثافته العالية جدا . . وقد استخدم هذا الجزء من جلد الحصان فى صنع نوع مشهور جدا من الجلود المدبوغة يعرف باسم جلد الكوردوفان (Cardovan Leather) (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية)

الزواحف هي حيوانات من ذوات الدم البارد ، ويترتب على هذا أن جلودها ليست لها خاصية حفظ الحرارة (Thermostatic function) وعلى ذلك فهي خالية من الشعر والغدد الشحمية . . . وتقوم الحراشيف التي تغطي أجسادها بوظيفة الشعر في الحيوانات ذوات الدم الساخن . كما أن هذه الحراشيف - كما أثبت المتخصصون في علم الأنسجة - تقوم أيضا بوظيفة الحماية لهذا النوع من الحيوانات .

وجلود الأسماك لها نظام بنائي خاص يتوافق مع ظروف معيشتها في الماء الذي يقوم بوظيفة حمايتها ، الأمر الذي يترتب عليه اختلاف تركيب أليافها البنائي عن التركيب البنائي لجلود الحيات والسحالي مثلا .

وفيما يختص بجلد كلب البحر ولكونه يحمل حراشيف صغيرة فإننا نجد أنه مغطى بطبقة سطحية خاملة يطلق عليها اسم الشاجرين (Shagreen) تقوم بوظيفة حمايته . (أنظر صور الشرائح الميكروسكوبية) .



لوحة (١)

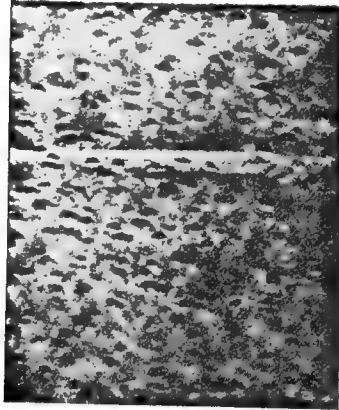
صورة لشرعية ميكروسكوبية اخذت من عينة من جلود للاشية . ولد نزع الشعر من الجلد بمل انواع خاصة من الانزيمات وازيل الشعر من طبقة الكيراتين (Keratin layer) وتظهر في الصورة جلود الشعر والتركيب البنائي لطبقة الكيراتين المتجهة الى حويصلة الشعر كما تظهر ايضا بعض اللد الشحمية متصلة بجلود الشعر .

Council Laboratory
Courtesy tanners

صورت بمعرفة

لوحة (٢)

مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود التيران ٠٠ ولما كان مقصودنا بها الدراسة المقارنة فقد اخذت عينات الجلود من طبقات الجلد السطحية والداخلية ، كما اخذت من حيوانات ذات اعمار مختلفة ، أى من المعجول ومن التيران ٠٠ وقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المقطع (cross section) وسطح طبقة سطحية من الجلد ٠٠ وينضح من الملامنة ان جلد المعجول يتميز بخصائصه الدقيقة ويتقارب حويصلات الشعر (close hair follicle pattern) حتى تتناسب مع خصائصه الدقيقة ٠٠ ويلاحظ تشابه حجم حبيبات الجلد ونمط توزيع حويصلات الشعر في الشرائح الميكروسكوبية المأخوذة من طبقات الجلد الخارجية والداخلية ، كما يلاحظ هذا التشابه في الصور ليكروسكوبية للمقاطع .



لوحة ٢ (١)

صورة ميكروسكوبية لاجل العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد ثور صغير السن ٠٠
قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورته بمجولة



لوحة ٢ (ب)

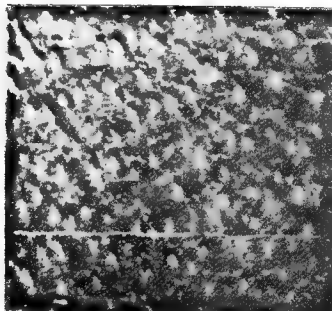
ماخوذ من جلد لود صغير (Cross section)

صورة ميكروسكوبية الطع

السن ٠٠ قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورت بمعرفة

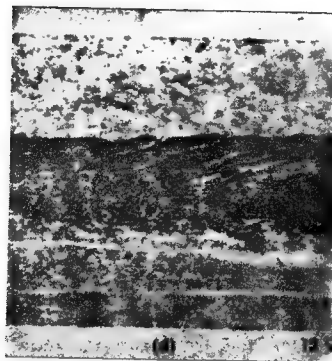


لوحة ٢ (ج)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد عجل بقرى ذكر
قوة التكبير ١٧ (X 17)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورت بمعرفة



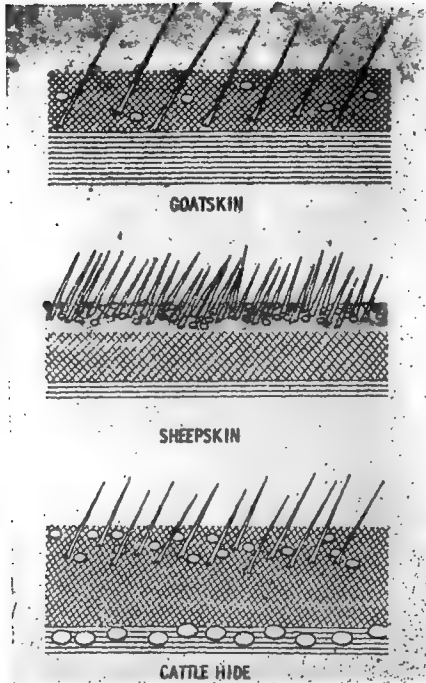
لوحة ٢ (د)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross section)

مأخوذة من جلد عجل باري ذكر ٠٠ قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy tanhars
Council Laboratory

صورات بمعرفة



لوحة (٣)

تمثل اختلاف التركيب البنائي للألياف الجلد تبعاً لتوابع الحيوان وينتج منها الفروق الجوهرية بين التركيب البنائي لجلود الماعز وبين التركيب البنائي لجلود الأغنام وللماشية .. وينتج لنا أن جلود الماعز تحتوي على قليل من الشعر وقليل من الدهون إذا ما قورنت بجلود الأغنام وتتميز عنها بتركيبها البنائي القوي والمتماسك .. ويلاحظ أن جلود الأغنام تحتوي على الكثير من اللدنة الشعمية وعلى الكثير من جذور الشعر كما أن تركيبها البنائي يتميز برخاوة - ونرى أن جلود المشية تحتوي على الدهون بالقرب من جذور الشعر وكذلك في الطبقة السفلى من الجلد كما نلاحظ أن تركيبها البنائي أكثر تماسكاً من التركيب البنائي لجلود الأغنام وأكثر رخاوة من جلود الماعز .

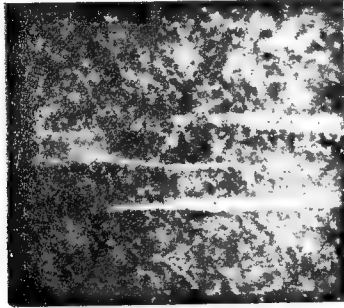
(After Thomas C. Thorstensen)

لوحة (٤)

مجموعة صور لشرائح ميكروسكوبية جهزت من جلود الأغنام والماعز ولا كان مقصودا بها الدراسة المقارنة لقد جهزت الشرائح بحيث تمثل المقطع (Cross section) والطبقة السطحية من الجلد .. ويتضح لنا أن الفرق بين جلود الأغنام المنتجة للصوف وبين جلود الأغنام غير المنتجة للصوف هو في حجم حويصلات الشعر (Hair follicle) وفي كثافة الشعر .

ومن ناحية أخرى نجد أن جلود الأغنام المنتجة للصوف أكثر مسامية بينما جلود الأغنام غير المنتجة للصوف أكثر تماسكا .

أما جلود الماعز فتجد أنها تتميز بتباعد المسافات بين حويصلات شعرها وبتماسك وصلابة التركيب البنائي لأليافها .

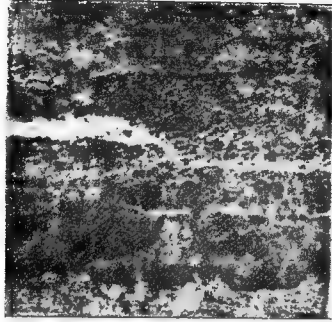


لوحة ٤ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الأغنام المنتجة للصوف ..
قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy tanners

صورته بمعرفة



لوحة ٤ (ب)

(Cross section)

صورة ميكروسكوبية لقطع

مأخوذ من جلد الأضام المنتجة للمصوف

قوة التكبير ١٢ (x 12)

صورة بمبرلة

Courtesy tanners
Council Laboratory



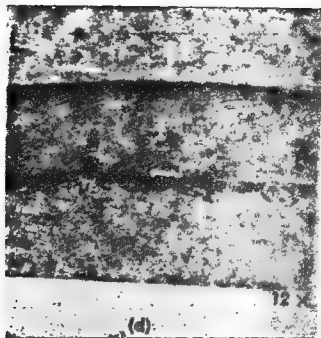
لوحة ٤ (ج)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الأضنام غير المنتجة للصوف .

لوحة التكبير ١٧ (17 x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورة بمعرفة



لوحة ٤ (د)

(cross section)

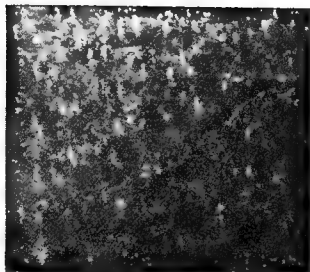
صورة ميكروسكوبية لقطع

مأخوذة من جلد الأبقار في المنتج للصوف .

كسوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورة بمجهر



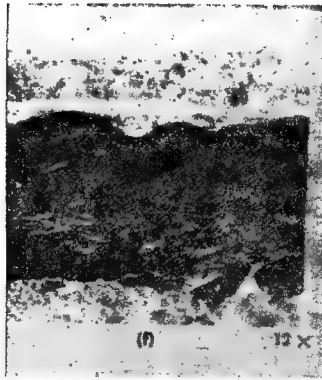
لوحة ٤ (هـ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد الكاكي ..

قوة التكبير ١٧ (١٧ x)

Courtesy tanners
Council Laboratory

صورت بمعرفة



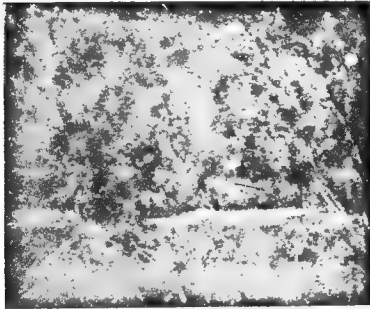
لوحة ١ (ف)
 صورة ميكروسكوبية لقطع
 مأخوذ من جلد اللعز ..
 (Cross section)
 قوة تكبير ١٢ (12 X)

Courtesy tanners

صورت بممرلة

لوحة (٥)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين من عينتين مأخوذتين من جلد خنزير .. ويتضح من صورة المقطع (Cross Section) ان حويصلات الشعر (Hair Follicle) تفتقر جهاً سطحياً طبقات الجلد حتى تصل الى الطبقة السفلى منه .. اما صورة الشريحة المأخوذة من طبقة سطحية من الجلد فتوضح لنا حبيبات الجلد الخشنة والنمط الذي توجد عليه جذور الشعر .. وسوف نلاحظ ان جذور الشعر وموزعة بالجلد على صورة مجموعات او خلاصات .



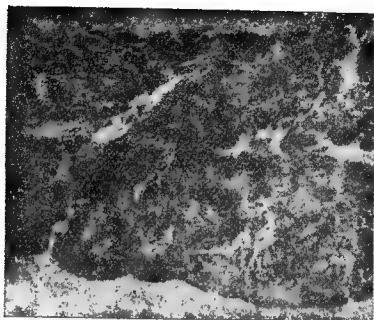
لوحة (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية لجلد خنزير ويتضح منها حبيبات الجلد الخشنة ونمط توزيع جذور الشعر في الجلد .

قوة التكبير ١٧ (٤١ x)

Courtesy tanners

صورات بمعرفة



لوحة ٥ (ب)

صورة ميكروسكوبية للمقطع (Cross Section) مأخوذ من جلد خنزير ٠٠ ويتفصح لنا
من الصورة كيفية اختراق حويصلات الشعر للجلد .

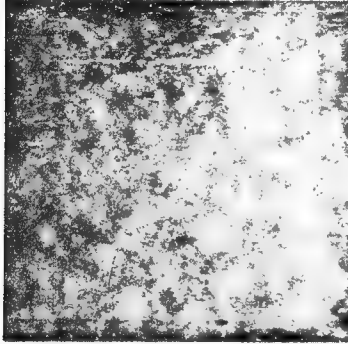
قوة التكبير ١٢. (12 x)

Courtesy tannery

صورته بمعرفة

لوحة (٦)

صورتين لشريحتين ميكروسكوبيتين مأخوذتين من الجزء الأمامي من جلد حصان ٠٠ ويتضح منهما أن التركيب البنائي لألياف الجلد يتشابه مع التركيب البنائي لألياف جلد الأغنام أو الماعز وأنه يتميز بقوة تماسك الألياف .



لوحة ٦ (أ)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من الجزء الأمامي لجلد حصان .

قوة التكبير ١٧ (17 X)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورت بمعرفة



لوحة ٦ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذة من الجزء الأمامي من جلد الحصان.

قوة التكبير ١٢ (x 12)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورات بمقرئسة



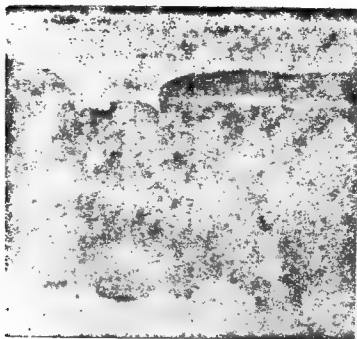
لوحة ٧ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من طبقة سطحية من جلد التمساح الأمريكي
ويتضح منها النسيج الشبكي لألياف الجلد .

قوة التكبير ٣ (3 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورت بمعرضة



لوحة ٧ (ب)

صورة ميكروسكوبية لقطع (Cross Section) مأخوذ من جلد التمساح الأمريكي ..
ويتضح منها غلو الجلد من حويصلات الشعر والغدد الدهنية .

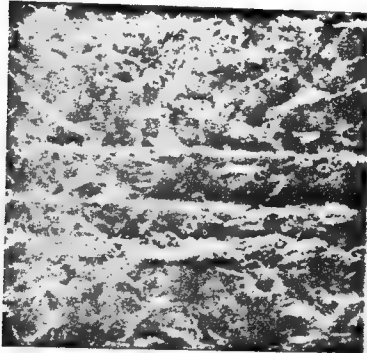
قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورت بميكروسكوب

لوحة (أ)

مجموعة صور تمثل التغيرات التي تحدث في التركيب البنائي لآلياف الجلود في المراحل المختلفة لعملية تحويل الجلود الخام الى جلود مذبوغة .
 وقد اخذت العينات التي اجريت عليها الدراسة من جلد بقرى ٠٠ وتظهر من صور الاشعاع الميكروسكوبية ان التركيب البنائي لجلد البقر المذبوغ وحتى بعد تشطيبه يقلل مختلفا بعض خشونته ودغلونه .



لوحة أ (١)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مجهز .

قوة التكبير ١٢ X

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورات بمعدنة



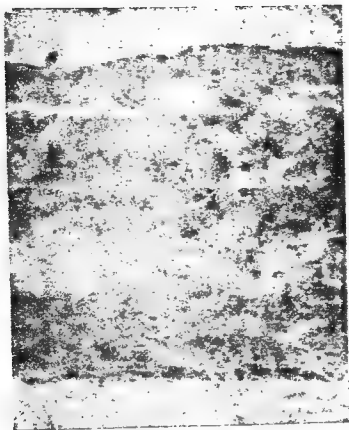
لوحة ٨ (ب)

صورة ميكروسكوبية لأحد العينات المأخوذة من سطح جلد بقرى مشطب •

قوة التكبير ١٧ (x 17).

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورته بمرفقة



لوحة A (ب)

مأخوذ من الجلد البقرى الشطب

(Cross Section)

صورة ميكروسكوبية المقطع
الذي أجهزته الشريطة (ب)

قوة التكبير ١٧ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

مسورت بهمرفسة



لوحة A (د)

صورة ميكروسكوبية للقطع (Cross Section) مأخوذة من جلد بقرى مشطط تشطيطاً

نهائياً .

قوة التكبير ١٢ (12 x)

Courtesy Tanners
Council Laboratory

صورته بمعرضة

ثانيا - تعيين قيمة الأس الهيدروجيني السالب للجلود المدبوغة : Determination of PH. Value

تعيين قيمة الأس الهيدروجيني السالب للجلود المدبوغة بأحدى
الطريقتين الآتيتين :

الطريقة الأولى :

وفى هذه الطريقة يقاس تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى
الذى يستخرج على البارد من الجلود المراد تعيين قيمة الأس الهيدروجيني
السالب بها ، وهى الطريقة التى يطلق عليها بالانجليزية اسم
(Cold Extraction Method)

وفى هذه الطريقة يستخدم جهاز البوتنشيوميتر فى قياس قيمة الأس
الهيدروجيني السالب ٠٠ وتستخدم هذه الطريقة فقط فى الحالات التى
يمكن فيها أخذ عينة من الجلود المراد فحصها .

الطريقة الثانية :

وفى هذه الطريقة تعين قيمة الأس الهيدروجيني السالب
(PH. Value) لسطح الجلود المراد فحصها دون حاجة الى أخذ عينة
منها ٠٠ ولهذا يطلق عليها بالانجليزية :
(Direct or Surface Measurement)
ولعله من المفيد أن نذكر هنا أن هذه الطريقة تستخدم
أيضا فى عمليات قياس قيمة الأس الهيدروجيني السالب للورق والرق
والمسوجات وغيرها ٠٠ وتتطلب عملية تعيين قيمة الأس الهيدروجيني
السالب بهذه الطريقة توفر الأجهزة والأدوات الآتية :

١ - جهاز قيمة الأس الهيدروجيني السالب (PH. meter)

ومكملاته ويفضل النوع الآتى :

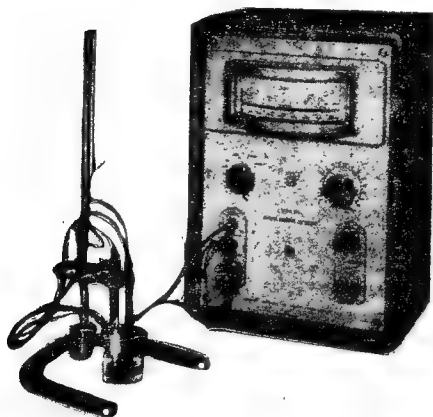
El. I. L. Model 23 A. Direct reading PH meter.

E.I.L. G.F. H 33 Screened flat --- headed Electrode.

ويطلب من شركة

Baird and Tatlock, Essex, London, England.

- ٢ - لوح من الزجاج مقاس 30×50 سم .
- ٣ - لوح بلاستيك رغوي متبادل (Neutral foamed plastic) سمك ٢ سم .
- ٤ - كأسان من الزجاج كل منهما مزود بقطارة وملوئين بالماء المقطر



ويجرى العمل على النحو التالي :

- (أ) يفصل لوح البلاستيك الرغوي جيذاً بالماء المقطر ثم يصر برفق شديد ويوضع على لوح الزجاج .
- (ب) توضع عينة الجلد أو الرق على لوح البلاستيك ثم يبلل منها جزء بالماء المقطر وبحيث تكون المساحة المبللة بالماء أكبر قليلاً من مساحة

سطحي قطبي جهاز قياس قيمة الأس الهيدروجيني السالب ٠٠ ومن الضروري أن تكون كمية الماء المقطر المستخدمة في بلل العينة المراد تعيين قيمة أسها الهيدروجيني السالب مرة واحدة إذا احتاج الأمر إلى أكثر من عملية قياس .

(ج) 'ثبت طرزي قطبي جهاز القياس على الجزء المبلل من العينة برفق شديد حتى لا يخش سطحها ولمدة لا تقل عن دقيقة .

(د) تدون قيمة الأس الهيدروجيني السالب التي يسجلها الجهاز والتي يمكن قراءتها مباشرة من العداد .

وبهذا تتم عملية القياس ٠٠ وهي القيمة التي تشير إلى درجة حموضة أو قنوية الجلد أو غيره .

أرق فحص الرق

استخدم الرق منذ أقدم الأزمنة ٠٠ ولو أنه اشتهر بصفته مادة يكتب عليها ، إلا أن هذا الاستعمال لم يكن - كما يقول ألفريد لوكاس في كتابه « المواد والصناعات عند قدماء المصريين » أقدم الأغراض التي استخدم فيها الرق بمصر القديمة ، بل كانت أقدم استخداماته هي تغطية دفات الطبل والعلب الصوتية في الآلات الموسيقية الأخرى كالعود والبندير والطنبور ٠٠ وربما كان أقدم الأمثلة على ذلك من عصر الدولة الوسطى .

ويذكر بليسي (القرن الثاني قبل الميلاد) أن الحكام المصريين قد منعوا تصدير أوراق البردي رغبة منهم في المحافظة على مكانة مكتبة الاسكندرية الشهيرة ٠٠ ونتيجة لذلك نجد أن أنظار أهل برجاموم Pergamum الواقعة في آسيا الصغرى قد اتجهت إلى نوع من الجلود عرف باسم دفتري (Defteri) وكان يستخدم للكتابة عليه في بلاد فارس وفي بلاد اليونان وتناولوه بالتحسين وأنتجوا منه نوعا أكثر صلاحية لأغراض الكتابة ٠٠ وقد عرف هذا النوع باسم البرشمان (Parchment) نسبة إلى برجاموم هذه .

وقد ظلت المنافسة قائمة بين أوراق البردي والبرشمان (الرق) حتى عصر الامبراطورية الرومانية ، فقد استخدم في كتابة الوثائق الامبراطورية وفضلته السلطات الامبراطورية لثباته ولامكانية الكتابة على وجهي الصحيفة وتصحيح الأخطاء دون أن يؤدي ذلك إلى تلف صحائف الرق ٠٠ وروينا وروينا احتل الرق المكانة المرموقة التي كانت للبردي وانتشر استخدامه في جميع البلدان تقريبا .

ولقد صنع الرق في فرنسا وفي بلاد اليونان من جلود الأغنام والماعز وجلود المعجول الصغيرة إلا أن أجود أنواع الرق كان يصنع في فرنسا من جلود المعجول اللباني التي يطلق عليها في اللغة الفرنسية اسم (Vellum) ولهذا أطلق اسم (Vellum) على أفخر أنواع الرق المستخدم في أغراض الكتابة .

وكان الرق يلون في الماضي باللونين الأبيض والبنفسجي وكان يستخدم في الكتابة عليه الجبر المعروف باسم الجبر الهندي (Indian ink) وكذلك الذهب والفضة .

وفي الوقت الحاضر يصنع الرق بكميات صغيرة في فرنسا وتشيكوسلوفاكيا وألمانيا وانجلترا حيث يستخدم في الوثائق الحكومية الهامة وفي صناعة الآلات الموسيقية وفي تجليد الكتب ذات الأهمية الخاصة .

ويوجد حاليا ثلاثة أنواع من الرق ، يستخدم احدها في أغراض الكتابة ويعرف باسم (Vellum) أما النوعان الآخران فيستخدمان في صناعة الآلات الموسيقية وفي تجليد الكتب . . . ويصنع الرق المستخدم في عمل الآلات الموسيقية وتجليد الكتب من جلود الكباش والماعز والمعجول والحير والخنازير ، أما الرق المستخدم في أغراض الكتابة فيصنع عادة من جلود المعجول والخراف التي لا تزيد أعمارها عن ستة شهور .

طريقة عمل الرق :

تتلخص الطريقة التي تستخدم عادة في عمل الرق في الخطوات الآتية :

- ١ - تزال الطبقة السطحية من الجلد بما تحمله من شعر .
- ٢ - تقسل الطبقات الداخلية من الجلد - بعد إزالة الطبقة الخارجية التي تحمل الشعر - جيدا بالماء .
- ٣ - يشد الجلد بعد الانتهاء من عملية الفسيل على إطارات من الخشب ويثبت عليها وهو مبلل بالماء بالدبابيس أو المسامير . . . ويفضل أن تكون الدبابيس من النوع غير القابل للصدأ .
- ٤ - تترك الجلود مثبتة في إطارات الشد إلى أن تفرز ما بها من عصارات ، وعلى أن يمدل وضع الدبابيس من وقت لآخر لازالة التجمعات التي تحدث عادة أثناء عملية التجفيف .
- ٥ - بعد أن يتخلص الجلد مما به من عصارات ينفى سطحي الجلد

بمسحوق الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بججر حكاك (Pumice) حتى يتداخل الطباشير في مسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن الرق ما هو الا جلد منتوف الشعر غير مدبوغ وأنه من الناحية الكيميائية لا يختلف عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صنعه وتجهيزه كمادة تصلح للكتابة عليها .

وبعد هذه المقدمة الموجزة التى تناولنا فيها نشأة الرق وتطور استخدامه ونوعية الجلود الخام التى تصنع منها الأنواع المختلفة من الرق وطريقة صناعته والمواد التى تستخدم فى عمليات التصنيع تتحدد أمامنا أهم طرق فحص الرق ، وهى :

أولا : تعيين تركيز أيونات الهيدروجين فى المحلول المائى المستخرج من صحائف الرق ، أى تعيين قيمة الأس الهيدروجينى السالب (PH, Value) للرق .

وقد سبق ذكر الطرق المختلفة التى تتبع عادة فى عملية تعيين تركيز أيونات الهيدروجين عند تناولنا لطرق فحص الورق والجلود ولا داعى لتكرار الكتابة عنها ويمكن الرجوع اليها .

ثانيا : دراسة الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق كوسيلة للوقوف على التغيرات التى تحدث فى التركيب الكيميائى للرق بالقدم ، سواء كان قدما طبيعيا أو صناعيا . . . ومما لا شك فيه أن الحالة التى يوجد عليها الرق على هيئة صحائف رقيقة قد وفرت امكانية القيام بهذا النوع من الدراسات والفحوص ، الأمر الذى لا يتيسر لنا فى حالة الجلود المدبوغة .

ولقد سبق لنا تناول جميع طرق قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية عند الحديث عن طرق فحص الورق ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يتناسب منها مع الرق .

ولعل من المفيد فى هذا الصدد أن نوجز للقارئ الدراسة الهامة التى قام بها بيلايا I. K. Belaya لمرفة التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق نتيجة لاستخدام مواد تطرية الرق القديم (Softening materials) فى الخطوط الرئيسية الآتية :

١ - تطرية عينات من الرق الحديث والقديم بمواد التطرية الآتية :
(Spermaceti emulsion) (١) . مستحلب الاسيرماسيتي

١٢ر٪ الذى يتكون من المواد الآتية :

- ٩٥ مليلترا من الكحول النقى ٩٥٪ •
- ٢ مليلترا من الجلسرين •
- ٣ مليلترا من الاسبرماميتى الذائب فى البنزين بنسبة ٤٪ •
(Egg emulsion or Softner) (ب) مستحلب البيض :
ويتكون من المواد الآتية :
- ٣٠ - ٤٠ جرام من صفار أو بياض البيض •
- ٢٠ - ٣٠ مليلترا من الجلسرين •
- ٢٠ - ٣٠ من الماء المقطر •
- ٣ مليلترا من النوشادر •
- ١٠ مليلترا من محلول صابون أوليات البوتاسيلم الذائب
فى زيت التربنتين المعدنى بنسبة ٢٪ •
- ٦٠ - ٧٠ مليلترا من الكحول النقى ٩٦٪ •
- زعتى (Thymol) بواقع ٢٪ من الحجم الكلى للزيج •
(Lanolin emulsion) (ج) مستحلب اللانولين :
ويحضر بمزج المكونات الآتية :
- ٥٠ جرام من الكحول النقى ٩٦٪ •
- ١٠٠ جرام من الماء المقطر •
- ٥ جرام من اللانولين •
- ١٠ جرام من الجلسرين •
- ٢ جرام من أحد الصوابين غير الأيونية (Nonionic detergents)
(د) محلول من اليوريا (Urea) الذائبة فى الكحول بنسبة ١٠٪ •
- ٢ - تخزين الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لمدة تتراوح ما بين ١٢ ، ١٨ شهرا تحت ظروف التخزين السائفة فى مكان العمل وذلك قبل وبعد اجراء عمليات الاسراع الصناعى فى القدم •
- ٣ - قياس قيم الخواص الفيزيو - ميكانيكية للرق قبل وبعد عمليات التطرية وقبل وبعد التخزين وكذلك قبل وبعد القيام بعمليات الاسراع

الصناعى فى القدم . وذلك بغرض الوقوف على التغيرات التى تمت فى الخواص الفيزيوكيميائية للرق نتيجة لهذه العمليات .

وقد قام بيلايا بعدة قياسات باستخدام أجهزة قياس الحركة المعروفة باسم (Shopper dynamometers) وهذه القياسات هي :

— الثقل الذى يحدث عنده كسر الرق (Load at rupture)

— مقدار المط الذى حدث عنده كسر الرق مقدرا بالمليمترات (Elongation at rupture)

— المط النسبى (The relative elongation)

— تحمل الرق للشد مقدرا بالكيلو جرام/مم² (The limit of Strength KG/mm²)

— مقدار المط الناتج باستخدام ثقل قدره كيلو جرام/مم² (The elongation at load 1 kg/mm²)

— الصلابة ومعامل المرونة عند الشد (The hardness and module of elasticity at Stretching)

٤ - تعيين كمية الرطوبة المختزنة فى الرق الذى أجريت له عمليات التطرية وتقدير مدى اختلافها باختلاف المواد المستخدمة فى التطرية .

٥ - تعيين قابلية الرق الذى أجريت له عمليات التطرية لامتصاص الرطوبة (Hygroscopicity) مقدرا بزيادة وزن الرق (Weight gain) سواء مع الوقت وعند درجة معينة من الرطوبة النسبية (١٠٠٪) بالنسبة للرق الجاف أو باختلاف الرطوبة النسبية فى جو المخازن أو صالات العرض خلال فترة معينة (٦ شهور) بالنسبة للرق القديم .

وأخيرا ولعله من المفيد أن ننهي الإيجاز الذى أوردناه لاتجاهات الدراسة الهامة التى قام بها (I. K. BELAYA) بأن نضع بين يدي القارئ النتائج التى انتهى إليها ، وبالطريقة التى صاغ بها هذه النتائج، وهى على شكل جداول ومنحنيات . . ومقصودنا من ذلك هو أن نضع أمام القارئ أنموذجا لتنوعية الدراسات العلمية التى يجب أن تتأسس بها حتى يتمكن من متابعة النهضة العلمية الواسعة التى تحققت فى مجال حفظ التراث الثقافى .

عينات ورق حديث بمعالجة بمواد تظيرية هي	الاجامات	متوسط السك بالمليجتر	متوسط الاتعاق مقاسا بالمليجتر	مساحة القطع بالمليجتر الربع	التي تحتوي على التي تحتوي على التي تحتوي على
الهيئة القياسية دون معالجة (Control)	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٢١٥ ٢٠٢٣٣ ٢٠٢٣٩	١٠٠٩٠ ١٠١٢٠ ١٠١٠٥	٢٠٣٦ ٢٠٤٧ ٢٠٣٩	٢٠٣٦ ٢٠٤٧ ٢٠٣٩
الماء	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠١٩٩ ٢٠٢٥١ ٢٠٢٢٥	١٠٠٦٠ ١٠٠٧٠ ١٠٠٦٥	٢٠١١ ٢٠٢٠ ٢٠٢٠	٢٠١١ ٢٠٢٠ ٢٠٢٠
كحول نقي ٩٦%	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٢٠١ ٢٠٢٠٦ ٢٠٢٠٢	١٠٠٥٠ ١٠٠٣٠ ١٠٠٤٠	٢٠١٢ ٢٠١٣ ٢٠١٢	٢٠١٢ ٢٠١٣ ٢٠١٢
جلسرين	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٤٧٥ ٢٠٦٥٢ ٢٠٥٦٣	٩٠٤٠ ٩٠٦٥	٢٠٧٠ ٢٠١٥ ٢٠٤٢	٢٠٧٠ ٢٠١٥ ٢٠٤٢
معلوم من خلاص الصوديوم ٢١%	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠١٩٤ ٢٠٢٣٤ ٢٠٢١٤	١٠٠٤٠ ١٠٠٢٠ ١٠٠٣٠	٢٠٠٠ ٢٠٤٩ ٢٠٢٤	٢٠٠٠ ٢٠٤٩ ٢٠٢٤
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ٢٢٠%	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٢٣٣ ٢٠٢٣٣ ٢٠٢٣٣	١٠٠٥٠ ١٠٠٥٠ ١٠٠٥٠	٢٠٣٥ ٢٠٤٨ ٢٠٤٦	٢٠٣٥ ٢٠٤٨ ٢٠٤٦
يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ٢١٠% +	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٢١٨ ٢٠٢٣٣ ٢٠٢٢٥	١٠٠٢٠ ١٠٠٧٠ ١٠٠٤٥	٢٠٢٣ ٢٠٤٨ ٢٠٣٥	٢٠٢٣ ٢٠٤٨ ٢٠٣٥
استعلب الاسبرمستي XY Spermaceli emulsion	الرأسي الأفقى المتوسط	٢٠٢٢٧ ٢٠٢٢٠ ٢٠٢٥٦	١٠٠٤٠ ١٠٠٠٠ ١٠٠٢٠	٢٠٤٢ ٢٠٢٠ ٢٠٣١	٢٠٤٢ ٢٠٢٠ ٢٠٣١

نظير القسا	باللبيج منه في بياض جمل جرم / سم	الصلب الذي يأتي في نفس الرق (جرم جرم)	مقدار القسا الذي حدث منه الكسر معيروا منه باللبيج	نصف الرق للصنف بطيرا باللبيج	معدل الزرارة معيروا منه باللبيج جرم	الصلابة معيروا عليها باللبيج جرم	نظير القسا معيروا منه باللبيج الزرارة
٠.٦٧	٧٠٦٨	٠.٧٧	٣٠٢٩	٠.٧٣	٦٠٠٠	١٤٣٤	٠.٧٦
٠.٦١٠	٨٠٢٠	٠.٦٢٥	٣٠٧٥	٠.٥٧			
٠.٦٠٨	٧٠٩٤	٠.٦٠١	٣٠٠٢	٠.٥٥			
٠.٤٧	١٠.٠٩٥	٤.٥٥	٤.٩٦١	٤.٦٨			
٠.٦٢	١٢.٦١٠	٧.٥٦	٥.٦٤	٥.٥٤	١٠٠٠٠	٢٢٠٠	٠.٨
٠.٥٤	١١.٩٦٢	٦.٠٥	٥.٢٧	٤.٦١			
٠.٦٠	٥.٧٠	٣.٤٨	٣.٧٠	٣.٧٤	٧.٥٠٠	١٥٩٠	٠.١٤
٠.٥٥	٨.٥٠	٣.٧٠	٣.٧٤	٣.٢٣			
٠.٧٢	٦.٨٥	٣.٥٩	٣.٢٣	٠.٥٥			
١.٦٥٠	٣.٤٥	١٧.٠٥	٠.٧٣	٠.٥٧	٣٠٣	١٦٤.٢	٣٣.٠٠
١.٦٥٠	٣.٣٢	١١.٩٥	٠.٥٧	٠.٥٥			
١.٦٥٠	٣.٨٨	١٤.٥٠	٠.٥٥	٠.٥٥			
٠.٧٢	١٠.٣٠	٤.٤٠	٤.٦٨	٤.٦٨	٧.٥٠٠	١٤٦٠	٠.٨٦
٠.٧٥	١١.٢٠	٥.٢٠	٤.٥٤	٤.٥٤			
٠.٧٣	١٠.٧٥	٤.٨٠	٤.٦١	٤.٦١			
٠.٦٠	٩.٥٥	٧.٨٥	٣.٧٤	٣.٧٤	٥.٠٠٠	١٢٠٥	٠.٨٦
٠.٦٦	٩.٣٠	٧.٤٥	٣.٣٦	٣.٣٦			
٠.٦٣	٩.٤٢	٧.٦١	٣.٥٥	٣.٥٥			
٠.٦٢	١٠.٩٠	٤.٨٠	٤.٨٧	٤.٨٧	٥.٠٠٠	١١٧٥	٠.٨٤
٠.٦٣	٩.٦٨	٤.٩٦	٤.٩٦	٤.٩٦			
٠.٦٢	١٠.٢٩	٤.٨٨	٤.٣٧	٤.٣٧	٥.٠٠٠	١١٧٥	٠.٨٤
١.٠٣	٤.٤٠	٦.٠٥	٢.٢٨	٢.٢٨	٦.٠٠٠	١٣٨٦	٠.٧٠
٠.٦٧	٦.٣٠	٥.٩٠	٢.٧٠	٢.٧٠			
٠.٨٤	٥.٣٥	٥.٥٧	٢.٥٤	٢.٥٤			

(After BELAYA)

جدول يوضح تأثير المواد المختلفة المستخدمة عادة في تطرية الرق .
وقد استخدمت في التجارب عينات حديثة من الرق .

[illegible]

عينات من ورق الكتابة معالجة بمواد التظرية هي :	الاختبارات	متوسط السمك بالملليمتر	متوسط الاستماع بالملليمتر	متوسط سمك الغطى الرأسي بالملليمتر الرابع	الحمل الذى يحدث التند معيروا منه بالكيلو جرام
العينة القياسية دون معالجة (Control)	الرأسي	٠.١٨٣	١.٠٢٣	١.٨٨	١.٨٨
	الأفقى	٠.١٩١	١.٠٥٣	٢.٠٠	٢.٠٠
	المتوسط	٠.١٨٧	١.٠٤٣	١.٩٤	١.٩٤
مستحلب الاسبرماسيتى Z٢	الرأسي	٠.١٨٧	١.٠١٨	١.٩٠	١.٩٠
	الأفقى	٠.١٨٦	١.٠٨٤	١.٨٦	١.٨٦
	المتوسط	٠.١٨٦	١.٠٥١	١.٨٨	١.٨٨
يوربا ذاتية فى الكحول بنسبة Z١٠	الرأسي	٠.١٩١	١.٠٦٠	٢.٠١	٢.٠١
	الأفقى	٠.١٨٢	١.٠٦٦	١.٩٤	١.٩٤
	المتوسط	٠.١٨٦	١.٠٦٣	١.٩٧	١.٩٧
يوربا ذاتية فى الكحول بنسبة Z١٠ + مستحلب الاسبرماسيتى Z٢	الرأسي	٠.١٧٩	١.٠٥٠	١.٨٨	١.٨٨
	الأفقى	٠.١٦٩	١.٠٦٤	١.٨٣	١.٨٣
	المتوسط	٠.١٧٤	١.٠٥٧	١.٨٥	١.٨٥

جدول يوضح الخواص الفيزيوميكانيكية لعينات من ورق الكتابة
مخزن بعد المعالجة لمدة ١٢ شهرا .

الحد معاصر بالملليمتر عند شد بواقع كيلو جرام	الحد الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلوجرامات	الحد الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلوجرامات	تعمل الرق للشد متبرا عنه بالكيلو جرام	معامل المرونة متبرا عنه بالكيلو جرام	الصلابة متبرا عنها بالكيلو جرامات	الحد الذى يؤدى الى كسر الرق بالكيلوجرامات
١٠٠	١١٢٥	٦٣٣	٥٩٦	٥٠٠	٩٤٠	٢٠٠
١٠٠	١٦٦٠	٥٧٧	٨٢٤	٥٠٠	١٠٠٠	٢٠٠
١٠٠	١٣٩٢	٦٠٥	٧١٧	٥٠٠	٩٧٠	٢٠٠
١٥٠	٩٣٠	٧٩١	٤٨٦	٥٠٠	٩٤٢	٢٠٠
١٠٠	١٦١٦	٦٤١	٨٤٥	٣٣٠	٦٣٢	٢٠٠
١٢٥	١٢٧٤	٧١٦	٦٧٠	٤١٥	٧٨٠	٢٥٠
١٠٢	٨٦٦	٧٦٦	٤٥٦	٤٨٥	٩٨٩	٢٠٠
١٠٠	١٥٠٥	٧٥٥	٧٧٢	٥٠٠	٨٩٦	٢٠٠
١٠١	١١٨٥	٧٣٥	٦٠١	٤٩٥	٩٧٢	٢٠٠
١٢٢	١٦١٥	١١٠٠	٧٧٤	٥٠٠	٧٨١	٢٠٠
١٠٠	١٥٠٤	٧٨١	٨٦٦	٣٣٠	٦٣٦	٢٦٦
١١٦	١٥٥٩	٩٤٠	٨٢٠	٤١٥	٧٦٧	٢٣٢

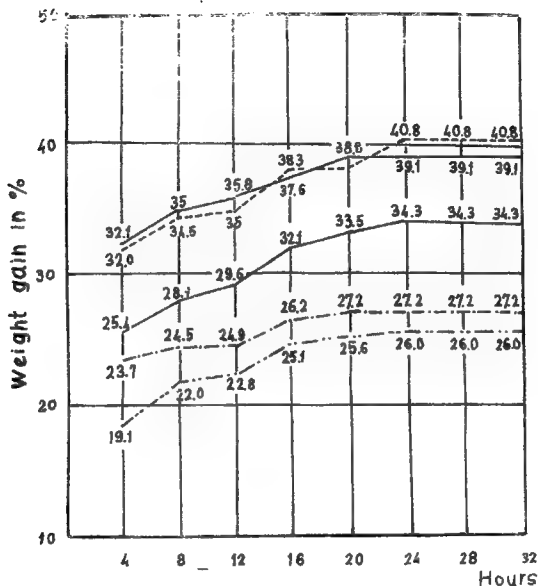
(Writing Parchment) بعد معالجته بمواد التطرية

(After BELAYA)

[illegible]

محدول يوضح الرق المالح بمحليل مواد النظرة لامتناس الرطوبة مجرا عنها بالنسبة المثرة .

(After BELAYA)



منحنى يوضح تابلية ورق قديم من النوع المستخدم في التجليد لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تطبيقه باستخدام معاليل النظرية ..

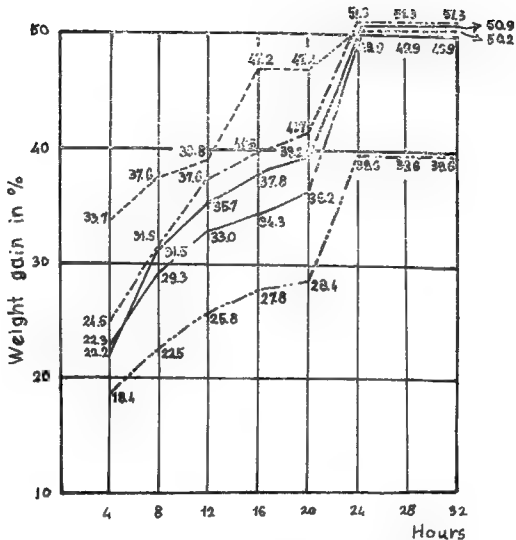
- مستعمل الاسبراماسيتي ٢٪
 ————— يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
 ————— يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
 — + — مستعمل الاسبراماسيتي ٢٪
 — — — — — ورق غير معالج
 - - - - - كحول نقي مخفف بـ ٥٠٪ بنسبة ٥٠٪

(After BELAYA)



كحول نقي مشفى بالماء، بسمية ٥٠%

(After BELAYA)

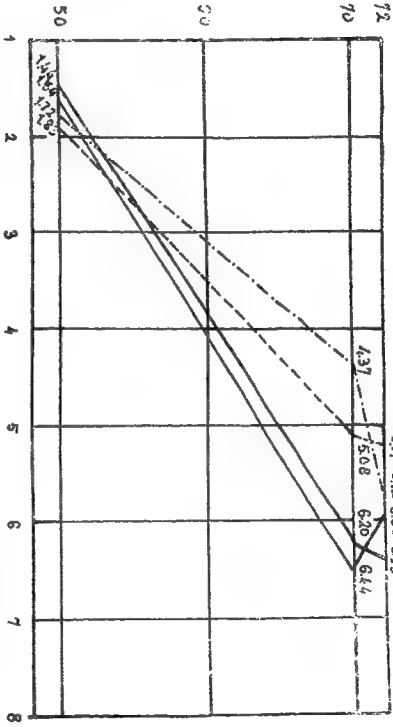


معنى يوضح قابلية رق حديث لامتصاص الرطوبة عند وجوده تحت تأثير رطوبة نسبية ١٠٠٪ وذلك بعد تعريضه باستخدام معاليل التعرية .

- مستحلب الاسبرماسيتي ZV
- يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
- يوريا ذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪
- + مستحلب الاسبرماسيتي ZV
- رق غير معالج
- كحول نقي مخفف بالماء بنسبة ٥٠٪

(After BELAYA)

Relative humidity of the air in %



Weight gain in %

منحنى يوضح العلاقة بين النوع المستخدم في التجديد لخصائص الرطوبة أثناء التجربة قبل معالجة المواد الغذائية في درجات رطوبة نسبية مختلفة أثناء التجربة، ثم أثناء التجربة بعد درجات الرطوبة النسبية المختلفة لمدة أسبوعين .

تجارب قاذية في الكحول بنسبة 21.0

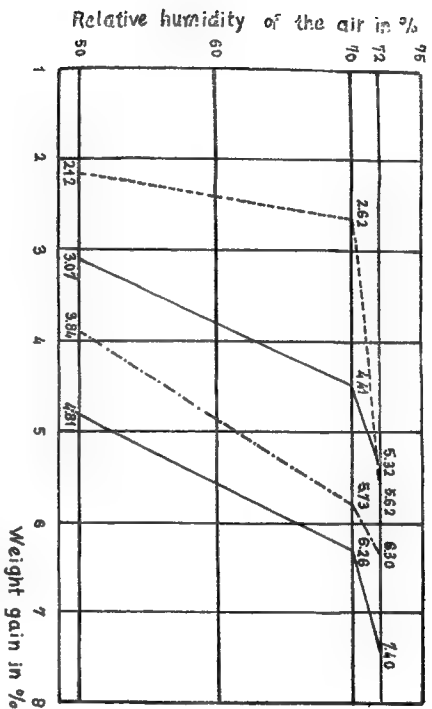
تجارب قاذية في الكحول بنسبة 21.0

+ مستطيل الاسبرماتسي 75

كحول في مختلف E4 بنسبة 2.0

رق في مستطيل

(After BELAYA)



منحنى يوضح العلاقة بين زيادة وزن اللحم المستعمل في التجارب ونسبة رطوبة جوده التجريبية في درجات رطوبة نسبية مختلفة 50% حتى 74.0%
 ١- تجريبية يند مخالفة جوده التجريبية في درجات رطوبة نسبية مختلفة 50% حتى 74.0%
 2- تجريبية يند مخالفة جوده التجريبية في درجات رطوبة نسبية مختلفة 50% حتى 74.0%
 3- تجريبية يند مخالفة جوده التجريبية في درجات رطوبة نسبية مختلفة 50% حتى 74.0%
 4- تجريبية يند مخالفة جوده التجريبية في درجات رطوبة نسبية مختلفة 50% حتى 74.0%

(After Bealyn)

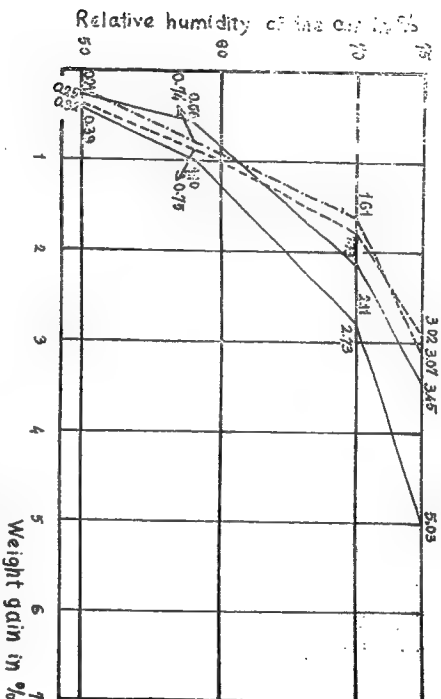


Fig. 3 The degree of new process at various natural conditions 6 months after processing

100% RH
 10% RH + 2% sprout
 10% RH
 Non-processed
 100% RH
 10% RH + 2% sprout
 10% RH
 Non-processed
 100% RH
 10% RH + 2% sprout
 10% RH
 Non-processed

(After BETAYA)

وبدراسة الجداول والمنحنيات السابق بيانها سوف تتضح لنا النتائج الهامة التي استخلصها بيلايا من بحثه القيم وهي :

١ - اليوريا Urea الذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪ هي أفضل المواد التي يمكن استخدامها لتطرية الرق القديم المجمد .

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذي استخدمت في تطريته اليوريا يجب معالجته بمستحلب الاسبرماسيتي بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ .

٢ - الرق غير المتصلب وغير المجمد لا يعالج بمحلول اليوريا اذ يكفي لتطريته بعد تنظيفه جيدا من المواد العالقة به ومن القاذورات استخدام مستحلب الاسبرماسيتي بدرجة تركيز تتراوح ما بين ١ ، ٢ ٪ حسب سمك صحائف الرق .

٣ - نظرية الرق باليوريا الذائبة في الكحول بنسبة ١٠٪ لا يؤدي الى حدوث زيادة مفاجئة في قابلية الرق لامتصاص الرطوبة .

٤ - الزيادة الطفيفة في قابلية الرق المظري بمحلول اليوريا لامتصاص الرطوبة - والتي تراوحت نسبتهما ما بين ٥ ، ١٥٪ - تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدي الى تلف الرق ، بل نجد أنها تساعد على المحافظة على مرونته .

الباب الثالث

عوامل التلف البيولوجي

أهم الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق
وطرق مقاومتها وإبادتها

أولا - أهم الحشرات :

Order : Thysanura	رتبة الحشرات ذات الذنب الشعرى
Thysanos = Tassel	شراية
Oura = Tail	ذنب

مميزات الرتبة :

- ١ - أجسام الفم قارضة وتوجد داخل الرأس أو تمتد خارجه .
- ٢ - قرون الاستشعار من النوع الخيطى ويتكون من عدة قطع .
- ٣ - البطن مكون من ١١ حلقة عليها عدد مختلف من الزوائد الجانبية .
- ٤ - التطور مهدوم .
- ٥ - القرون الشرجية طويلة ومقسمة ومكونة من قطع عديدة .
وقد تكون غير مقسمة . وفى هذه الحالة تكون قصيرة كالملقط وان كان هذا نادرا .
- ٦ - يوجد بين القرنين الشرجيين زائدة وسطى تمتازلها فى الشكل .

ومن أهم عائلات هذه الرتبة العائلة الآتية :

Family : Lepismidae

Thermobia aegyptiaca Luc.

(Silver fish)

الاسم الدارج : السمك الفضي .

وصف الحشرة :



حشرة صغيرة الحجم طولها حوالى ١٢ مم ٠٠ الجسم مبطن ومغطى بحراشيف فضية اللون ناعمة الملمس تنفصل بسهولة عند انمسي ٠٠ ليس لها أجنحة ٠٠ قرون الاستشعار مكونة من قطع عديدة والبطن مكون من احدى عشر حلقة عليها عدد مختلف من الزوائد البطنية (Styles) تمتد من الحلقات ٧ ، ٨ ، ٩ ٠٠ لها زوج من القرون الشرجية الطويلة ٠٠ يوجد بين القرنين زائدة وسطى يطلق عليها اسم الذنب الوسطى ، وهي امتداد للحلقة الحادية عشر البطنية .

حشرة السمك الفضي

اماكن وجود الحشرة :

الحشرة ليلية النشاط تكثر فى المناطق الحارة وتفضل الاماكن الرطبة ٠٠ تعيش داخل المباني وتوجد بين الكتب القديمة المتروكة وقتا طويلا دون استعمال ٠٠ توجد خلف الصور المعلقة على الحوائط وبين الملابس المنشأة ٠٠ وبصفة عامة فانها تنتشر فى الاماكن التى لا تمتد اليها أعمال النظافة وتقل فيها الحركة .

مظهر الإصابة والضرر :

تتغذى على المواد النشوية والغراء ٠٠ تتلف الأوراق التى يدخل فى تركيبها النشا ، كما تتلف أغلفة الكتب المصنفة بالمواد النشوية أو الفروية ٠٠ وتجد أنها تأكل منها مساحات غير منتظمة ٠٠ ولهذا تتركز

الاصابة في اكمب الكتب لاحتوائها على كمية كبيرة من هذه المواد • تسبب
اضرازا كبيرة لورق الحوائط المثبت حديثا ، كما تتلف الستائر المعلقة
والسجاجيد المقروشة التي لا تمتد اليها اعمال النظافة •

Order : Orthoptera
Orthos = Straight
Ptera = Wings
Family : Blattidae

رتبة الحشرات المستقيمة الأجنحة
مستقيم
أجنحة

(Cockroaches)

الاسم الدارج : عائلة الصراصير

مميزات العائلة :

حشرات مفرطحة عريضة •• اجزاء الفم قارضة •• لها زوجان من
الأجنحة ، الزوج الأمامي صبيك جلدي تعريقه واضح •• يتراكب أحد
الجناحين على الآخر خصوصا عند الطرف •• الزوج الخلفي مطوى تحت
الأمامي •• التطور تدريجي •• الرأس منحنية الى أسفل وتختفي تحت
الحلقة الصدرية الأولى الكبيرة التي تظهر واضحة من أعلى •• قرون
الاستشعار خيطي طويل •• الأرجل معدة للجري •

وتتبع هذه العائلة ثلاثة أنواع من الصراصير وهي :

Periplaneta americana L.

١ - الصرصور الأمريكي •

Blatta orientalis L.

٢ - الصرصور الشرقي •

٣ - الصرصور الألماني •

التمييز بين انواع الصراصير

الصرصور الأمريكي	الصرصور الشرقي	الصرصور الألماني
الطول حوالي ٣,٥ سم اللون بني غامق أو بني فاتح •	اصفر حبيبا من الصرصور الامريكي واغنى منه لونا • يكنه ان يكون اسود اللون •• لون الذكر بني غامق والانثى سوداء اللون تقريبا •	١ - الطول حوالي ١,٥ سم ويوجد على الحلة الصدرية الأولى شريطان طوليان كورنبا اسود لون العشرة بني فاتح أو ماثل للاصفراد •
الأجنحة تغطي البطن في الذكر والانثى •	الأجنحة في الذكر اقل من طول الجسم واما الانثى فاجنحتها الانامية معتزلة جدا وانخلفية غير موجودة بالرة •	٢ - الأجنحة تغطي البطن في الذكر والانثى
الأجنحة الخلفية موجودة وتغطي تحت الجناح الأمامي •	_____	٣ - الأجنحة الخلفية موجودة تحت الجناح الأمامي •

أماكن وجود الحشرة :

توجد الصراصير فى معظم جهات العالم ، ولكنها تنتشر بكثرة فى البلدان الحارة الرطبة مثل مصر . . وتوجد طوال السنة وخاصة فى فصل الصيف ولا يخلو منها منزل أو مبنى .

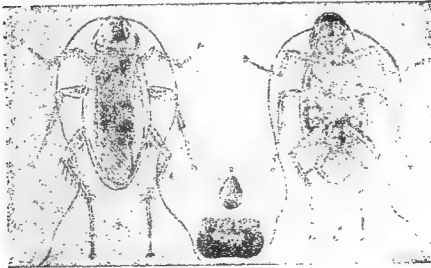
ومن الصفات التى تساعد الصراصير على الحياة أنها مفرطة الجسم فيسهل عليها دخول الشقوق والفراغات وتختفى منها . . وعموما فإنها تختفى خلف الأثاث وأنايب المياه وغير ذلك .

والصراصير حشرة ليلية النشاط تختفى نهارا وتنبسط ليلا .

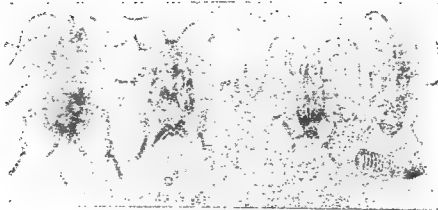
الضرر الذى تسببه الصراصير :

تتغذى الصراصير على مواد الطعام وعلى الكتب والجلود والملابس ، ولكنها تفضل المواد السكرية ، ولذلك نجد أنها تهاجم بكثرة الكتب والمخطوطات القديمة . . والواقع أن الضرر الذى ينتج عنها ليس فى قيمة ما تأكله فقط ولكنه أيضا فى الرائحة الكريهة التى تسببها وفيما تخلفه من براز وقاذورات مما يتسبب فى تشويه مظهر ما تتجول عليه من أشياء .

وعموما فإن الصراصير تكثر فى الأماكن المظلمة التى لا تمتد إليها أعمال النظافة .



« الصرصور الأمريكى »



« المصصور الشرقي »

« المصصور الآثني »

وتبة الحشرات المتساوية الأجنحة

Order ISOPTERA

ISO

متساو

Ptera = Wings

أجنحة

الاسم الدارج : الترميتس أو النمل الأبيض ..

Termites or White ants

Family : Hodotermitidae

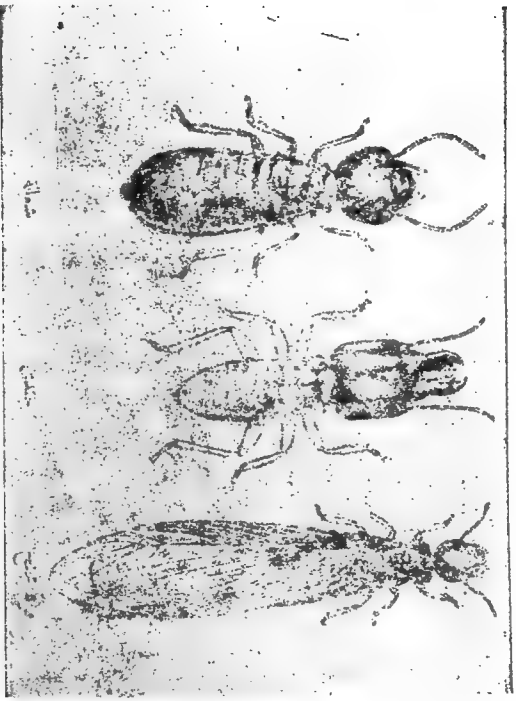
Anacanthotermes ochraceus (Burm) ...

حشرات صغيرة الحجم رخوة الجسم .. أجزاء الفم قارضة .. يوجد في بعض أفراد النوع الواحد زوجان من الأجنحة المتساوية في الحجم والشكل وهي تفوق البطن كثيرا في الطول .. أكثر الأفراد عديمة الأجنحة .. البطن يتكون من عشر حلقات .. التطور تدريجي تعيش هذه الحشرات معيشة اشتراكية في مستعمرات تحت الأرض أو داخل الأخشاب بعيدا عن الضوء ، وإذا اضطرت للظهور فوق الأرض فإنها تحتجب داخل انفاق تبنيها من الطين لونها باهت مائل الى الأصفر .

يتميز في هذه الحشرات نظام الطبقات .. ويتكون أفراد كل مستعمرة من :

(١) الأفراد المتخصصة :

أفراد ناضجة جنسيا .. الأجنحة فيها طويلة كاملة التكوين .. الذكر (الملك) أصغر حجما من الأنثى (الملكة) .. بعد تلقيح الملكة يطرا على جسمها عدة تغيرات هامة اذ تنقص أجنحتها وتكبر بطنها وتنتفخ وتصبح ملأى بالمبايض المحتوية على البيض وتضمحل عضلات الأجنحة



• ابراد الحسك الأبيض •

والفكوك ويتغير تركيب الجهاز الهضمي .. ومن مظاهر تغير الجهاز الهضمي اختفاء الحيوانات الأولية من أمعائها الخلفية ، وهي الحيوانات التي تفرز أنزيم السيلوليز وهو العامل الأساسي في هضم السيلولوز ، ولذلك نجد أن الملكة تتغذى بعد التلقيح على لعاب الشغالات أو على الفطر المختلط باللعاب بعد أن كانت تتغذى على الخشب ..

ولا يوجد في كل مستعمرة سوى ملكة واحدة ولكن قد يوجد بها أكثر من ملك .

(ب) الأفراد العقيمة :

١ - الشغالات :

وهي حشرات عقيمة ذكورا وإناثا .. لونها باهت .. تقوم بجمع الغذاء وإطعام الملكة والملوك والعساكر والصفار وتبنى العشوش .. أي أنها تقوم بمعظم الأعمال في المستعمرة ، تتغذى على المواد النباتية والأخشاب ومنتجاتها .

٢ - الجنود :

ذكور عقيمة .. أكبر حجما من الشغالات .. تنضج فيها الرؤوس والفكوك العليا .. تهاجم الأفراد القريبة من المستعمرة وتسد برؤوسها الثقوب في الممرات والطرق وتفرز من ثقب في رأسها مادة لزجة على الأفراد القريبة فتشل حركتها حتى تموت .. تساعد في نظافة المستعمرة ، كما أنها تنظم المرور فيها .

الفرق بين النمل الأبيض والنمل العادى :

الصفة	النمل الأبيض	النمل العادى
١ - اللون	باهت .. لون الخشب	قاتم
٢ - الجسم	رخو	صلب
٣ - الأجنة	الإمامية والخلفية متساوية في الشكل والحجم .	الأجنة الخلفية أصغر من الإمامية وأقل تعريقا
٤ - البطن	حلقاتها متوازية لحلقات الصدر .	به اختناق عند القاعدة ويتصل بالصدر بقصر ضيق .
٥ - التطور	كدرجى .	تمام .

أماكن وجود الحشرة :

يوجد النمل الأبيض حيث توجد الأخشاب وغيرها من المواد السيلولوزية .

الفسور :

يتغذى النمل الأبيض على الأخشاب والمواد السيلولوزية . . يحدث أضرارا كبيرة للأثاث والأبواب والنوافذ والكتب والمخطوطات والوثائق .
مفلس الإصابة :

١ - وجود سراديب من الطين والرمل على شكل أنابيب تصنعها الحشرات أثناء تجوالها للبحث عن الغذاء . . وتلاحظ هذه السراديب على أسطح الجدران وأخشاب النوافذ .

٢ - وجود تآكل خطير في الكتب والمخطوطات والوثائق والأخشاب .
٣ - مشاهدة الأجنحة التي تسقط من الأفراد المجنحة في مواسم الهجرة والجماع .

رتبة الحشرات الحرشفية الأجنحة

Order : Lepidoptera

Lepido = scales

حراشيف

Ptera = Wings

أجنحة

الاسم الدارج لحشرات هذه الرتبة : الفراشات والسوس .

Butterflies and Moths

حشرات هذه الرتبة لها زوجان من الأجنحة التي تغطيها حراشيف متراكبة ذات أشكال وألوان مختلفة . . يتصل الجناحان الخلفي والأمامي في كثير من الحشرات اتصالا محكما أثناء الطيران . . أجزاء الفم ماصة .

اليرقات في هذه الرتبة تسمى باسم (Cater Piliars) وهي غالبا من النوع الاسطوانى ويتكون جسمها من الرأس والصدر (ثلاث حلقات) والبطن (عشر حلقات) يحمل الصدر أرجلا كما تحمل البطن خمسة أزواج من الأرجل الكاذبة على الحلقات ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ١٠ . . العذارى من النوع المكبل .

هذه الرتبة تشمل أنواع أبي دقيق والفراشات . . الأولى تطير نهارا أما الثانية فتطير ليلا . . تتغذى الحشرات الكاملة على رحيق الأزهار

وعصارة الفواكه التالية ٠٠ أما البرقات وهي الطور الضار فتتغذى على مختلف أنواع النباتات والمواد المخزونة والمواد البروتينية •

Family : Tineidae

Tinea Pellionella L.

الاسم الدارج : دودة الملابس ذات الكيس ٠٠

The case making cloth's moth

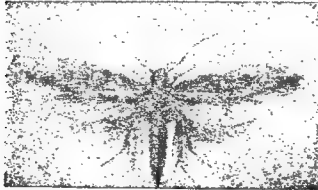
وهي حشرة واسعة الانتشار في العالم •

الحشرة الكاملة :

صغيرة الحجم رقيقة ٠٠ المسافة بين الجناحين حوالي ١٥ مم ٠٠ الجناح الأمامي بني فاتح عليه بقع صغيرة سوداء والجناح الخلفي أفتح لونا من الأمامي وعليه أهداب طويلة ٠٠ تفضل الفراشات الظلام الى حد ما ٠٠ ومن مميزات هذه الحشرات أنها تطير لتختبئ في ثيابا الأقمشة أو الكتب والمخطوطات المصابة اذا حدث أى اضطراب أو اهتزاز لها •

اليرقة :

الطول عند تمام النمو حوالي ١٢ مم ٠٠ اللون أبيض سمى ٠٠ تعيش داخل كيس من الحرير متين النسيج ٠٠ وكلما زاد حجمها كلما زاد اتساع هذا الكيس ٠٠ وعند السير تبرز اليرقة الجزء الأمامي من جسمها فقط وتجر الكيس معها ، وعند الشعور بالخطر تختبئ بسرعة داخله •



• دودة الملابس ذات الكيس •

القصود :

تتغذى اليرقات على القراء والسجاد والأنسجة الصوفية والجلود وتحبب فيها تقوبا لأن لها القدرة على هضم الكيراتين والبروتين المكون للصفوف والجلد والشعر والقراء والريش ، ولكنها لا تتغذى على المواد الصناعية كالنايلون والداكرون والأورلون وغير ذلك .

رتبة الحشرات القمعية الأجنحة

Order : Coleoptera

Coleo = Sheath

غمدي

Ptera = Wings

أجنحة

تعتبر هذه الرتبة أكبر الرتب من حيث عدد الحشرات التي تشتمل عليها .

مميزات الرتبة :

١ - أجزام الفم في الحشرة الكاملة قارضة .

٢ - الحشرات ذات الأجنحة لها زوجان ، الزوج الأمامي منها متحور إلى غمد يحمي ما تحته ويطلق عليه اسم جناح غمدى ، وبالانجليزية اسم (Elytra) ويتقابل الجناحان أو الغمدان الأماميان في خط وسطى مستقيم فوق ظهر الحشرة وذلك في حالة عدم الطيران ، أما الزوج الثاني من الأجنحة فهو شفاف نوعاً ، كبير الحجم ينطوى تحت الزوج الأمامي القمدي عند عدم الاستعمال ، وأحياناً يكون الزوج الثاني من الأجنحة غير موجود ، وفي هذه الحالة يصبح الغمدان ملتصقان بجسم الحشرات . . مثال ذلك الخنافس المنزلية وبعض أنواع السوس .

٣ - الحلقة الصدرية الأولى كبيرة سهلة الحركة ، أما الحلقة الصدرية الثانية فمختزلة كثيراً .

٤ - اليرقة يطلق عليها بالانجليزية اسم (Grub) أما أن تكون منبسطة أو مستديرة أو مقوسمة . . وأجزاء الفم في اليرقة أما أن تكون قارضة أو ماصة . . ولهذه اليرقات أرجل صدرية فقط وليس لها أرجل بطنية .

٥ - التطور تام (بيضة - يرقة - عذراء - حشرة كاملة) .

٦ - العذراء حرة أى أن الأرجل والأجنحة وقرون الاستشعار سائبة وغير ملتصقة بالجسم .. والعذراء إما أن توجد عارية أو داخل شرنقة مصنوعة من افرازات حريرية أو من قطع من الخشب تلتصقها الحشرات بعضها ببعض أو من الطين .

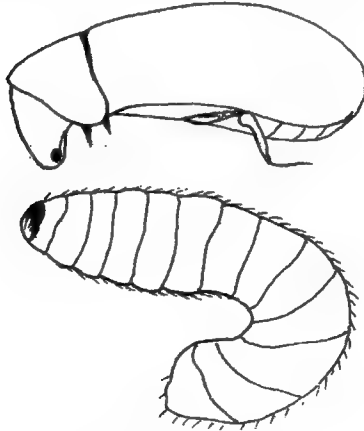
Family : Anobiidae

Lasioderma serricorne F.

الاسم الدارج : خنفساء السجائر ..

The cigarette beetle or Tobacco beetle

وهي حشرة صغيرة الحجم غليظة الجسم طولها يتراوح من ٢ الى ٣ مم .. اللون بني فاتح والرأس منحنية الى اسفل تحت منطقة الصدر الأمامي ولا تظهر من أعلى .. ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة في أواني من الالباستر عثر عليها في مقبرة توت عنخ آمون التي يرجع تاريخها الى حوالي ٣٥٠٠ سنة .



• خنفساء السجائر - الحشرة الكاملة واليرقة •

اليرقة :

مقوسة تمتاز بكثرة الشعر الذى يغطي الجسم .

الفسور :

تعيش على المواد النباتية التى بدأت فى التحلل وعلى المصنوعات الخشبية والأثاث .. وتهاجم الكتب والمخطوطات والوثائق ، كما توجد فى المهلات وتكثر بين نماذج المتاحف وبين منتجات البقالة والأدوية .. وتوجد أنواع منها تعيش سنتين طويلة داخل صناديق محكمة الغلق دون غذاء أو ماء .

Family : Ptinidae

Gibbium Psyllodes C.

الاسم الدارج : الخنفساء المنكبوتية .. (Spider beetle)

الحشرة الكاملة صغيرة الحجم جدا يتراوح طولها ما بين ٣ ، ٤ مم .
الرأس والصدر الأمامى أقل كثيرا فى العرض من الأعمدة .. الجسم برغوثي الشكل مضغوط الجانبين محلب .. الأرجل وقرون الاستشعار طويلة ..
تشبه المنكبوت فى مظهرها .. اللون عسلي لامع .

ولقد وجدت هذه الحشرة بأعداد كبيرة فى آنية من الالباستر عثر عليها فى مقبرة توت عنخ آمون بالقرنة بالبر الغربى من الأقصر ويرجع تاريخها الى حوالى ٣٥٠٠ سنة .

اليرقة :

لونها أبيض والرأس صفراء مغطاة بشعر كثيف يتراكم عليه التراب .

اماكن وجود الحشرة والفسور الناتج عنها :

توجد هذه الحشرة فى المنازل ومخازن البقالة والأدوية وفى المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق والمباني الخشبية القديمة ، وكثيرا ما ترى على الجدران .

تتغذى على بقايا مواد الطعام والدقيق والمواد الدهنية والأغذية المخزونة .. وتتغذى أيضا على المواد الصوفية والجلدية وغير ذلك .



• حشرة الخنافس المتكوية •

Family : Dermestidae

الاسم الدارج : خنافس الجلود

تعتبر حشرات هذه العائلة من أهم حشرات المتاحف ودور الكتب والأرشيف والوثائق ، وتتميز بأن جسدنها مغطى بحراشيف قصيرة مختلفة الألوان .. و يغطي جسم اليرقات شعر طويل وكثيف وخاصة في مؤخرة الجسيم ، ولذلك يطلق عليها بالانجليزية اسم (Wooly bears)

تتغذى اليرقات على الجلود والمواد الصوفية والحريرية والفراء والسجاجيد ومقتنيات المتاحف .. وينتج الضرر عن اليرقات فقط أما الحشرات الكاملة فتتغذى على رحيق الأزهار .

(a) *Dermestes maculatus* de Geer

(= *D. Vulpinus* F.)

الاسم الدارج : خنفساء الجلود

The hide or Leather beetle.

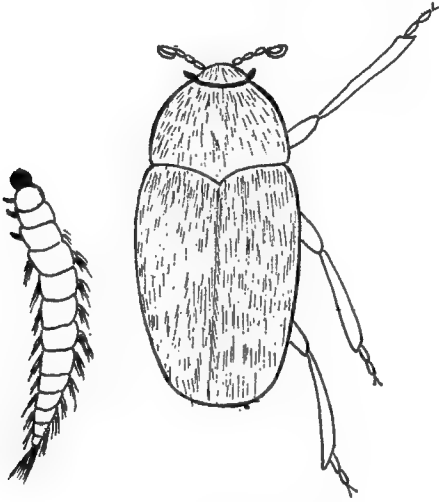
الحشرة الكاملة :

طولها يتراوح من ٦ الى ٨ مم .. لونها أسود... يغطي الصدر والفمدين حراشيف بيضاء اللون .. يلاحظ أن هذه الحراشيف توجد بكثرة على السطح البطنى فيبدو أبيض اللون .

البقرة :

لونها أبيض عند الفقس ثم يغمق اللون تدريجيا ٠٠ الطول حوالى

١٢ مم .



« خنفساء الجلود - البقرة الكاملة واليرقة »

الضرر :

تتغذى البقرة على مواد متنوعة مثل الجلود والجبن المجفف والأسماك المجففة واللحوم الجافة والعظام والمواد الفلينية ، إلا أنها تفضل الجلود بصفة عامة .

(b) *Attagenus gloriatus* F.

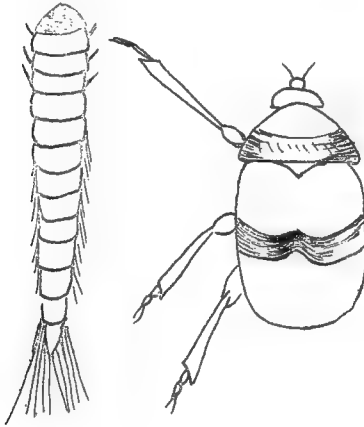
الاسم الدارج : خنفساء الملابس ذات الحرف W :

الحشرة الكاملة :

طولها حوالي ٥ مم ٠٠ الجسم مغاؤل ٠٠ اللون بني ٠٠ ينتشر على
المغدين حراشيف صفراء على شكل حرف (W) أما باقي الجسم فنغطيه
حراشيف بيضاء اللون ٠٠ وقد لوحظ أن هذه الحشرة لها القدرة على
تصنع الموت اذا ما أحست بخطر ، وعندئذ تضم أطرافها الى جسمها
وتستلقى على ظهرها وتظهر كأنها مينة .

اليرقة :

اسطوانية يغطي جسمها شعر كثيف وخاصة عند مؤخرة الجسم .



• خنفساء اللابس ذات الحرف W الحشرة الكاملة واليرقة •

الضرر :

تتغذى اليرقات على الأصواف والجلود والمنتجات الحيوانية المجففة .
(c) *Anthrenus Verbasci* L.

الاسم الدارج : خنفساء السجاد المتغيرة ..

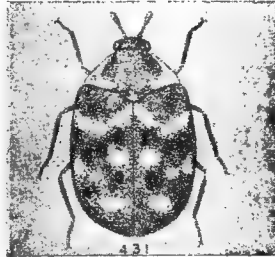
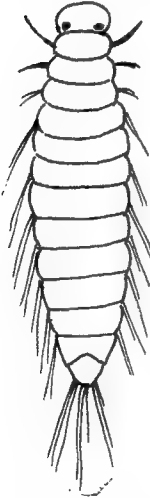
The Varied carpet beetle

الحشرة الكاملة :

حشرة بيضاوية الشكل عريضة يتراوح طولها من ١.٥ الى ٣ مم ..
سميت بخنفساء السجاد المتغيرة تبعا لتغير وضع الحراشيف المختلفة
الالوان على ظهر الحشرة .. وهذه الالوان هي الأبيض والبني والأصفر
وتظهر مرتبة على ظهرها مكونة شكل ٧٧ ، وخلفها توجد بقعتان من نفس
اللون .. البطن مغطى بحراشيف بيضاء كثيفة .

اليرقة :

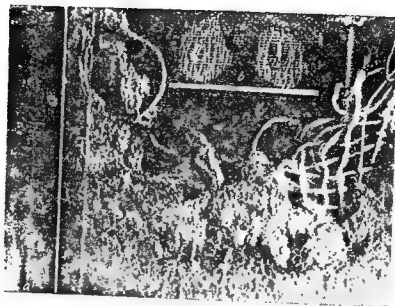
قصيرة مغطاة بشعر كثيف وتتميز بوجود ثلاثة أزواج من الخصلات
الطرفية الكثيفة القوية في نهاية الجسم من الخلف .. وتقف هذه
الخصلات اذا أزعجت اليرقة مكونة كرات صغيرة .



« حشرة السجاد المتغيرة - الحشرة الكاملة واليرقة »

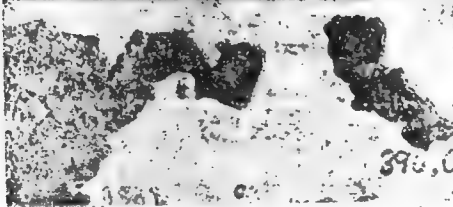
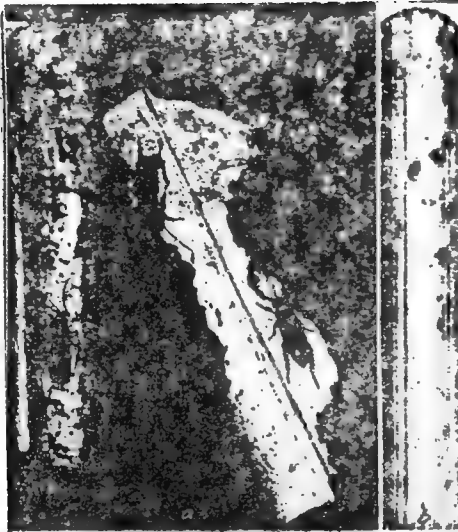
الضرر :

تتغذى اليرقات على الحديد والأصواف ومنتجاتها من سجاد ومتسوجات
صوفية كما تتغذى على ريش الطيور المحنطة والقرون والجلود والمنتجات
الحيوانية المجففة .



لوحة توضح التلف الذي أصاب القماش المثلث لأحد الكتب بفعل حشرة الصرصور الأمريكي .. وفيها الجزء (أ) يمثل كعب الكتاب بالعجم الطبيعي ويمكن ملاحظة ما أصابه من تلف .. الجزء (ب) يمثل منطقة تالفة بفعل الصرصور بعجم مكبر {ويلاحظ مدى ما أصابها من تلف ، وقد ألتف الصرصور المواد اللاصقة والمائلة تماما ولم يبق سوى بعض الخيوط المتهاكلة .. أما الجزء (ج) فيمثل مساحة من القلاف مكبرة جدا لإظهار مدى التلف الذي أصابها ، ويلاحظ أن الصرصور قد ألتف تماما المواد المائلة واللاصقة وكذلك التسيج ذاته •

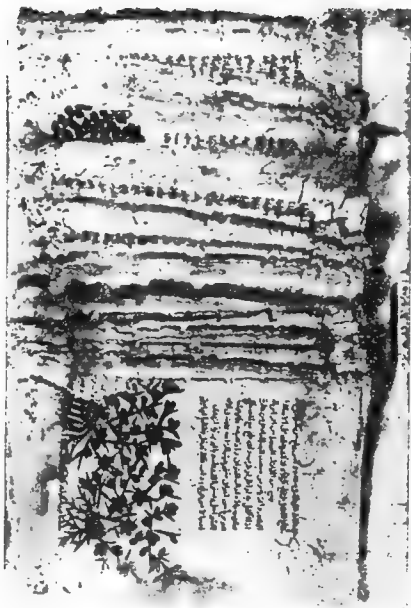
(After Smithsonian Institute

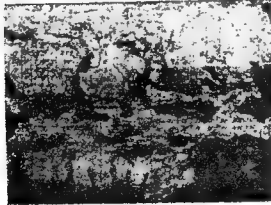
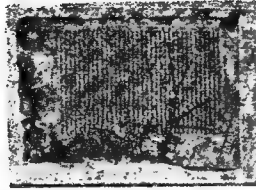


لوحة توضح التلف الذي يصيب الكتب بفعل الصراصير الأمريكية .. وفيها أجزاء (أ)
يمثل التلف الذي أصاب النباش المقلد للسلح الأسفل من أحد الكتب .. أما الجزء (ب)
فيمثل البقع التي تكونت بها الأطراف الخارجية من أوراق كتاب .. وهي تبدو في الصورة
كما لو كانت من الخبز . ولكنها في الواقع ناتجة عن الاضرار من داءة اللون التي تفرزها
الصراصير أثناء تنهامها للكتب .. أما الجزء (ج) فيمثل عنوان الكتاب بعد أن أكلته
الصراصير .

After Smithsonian Institute

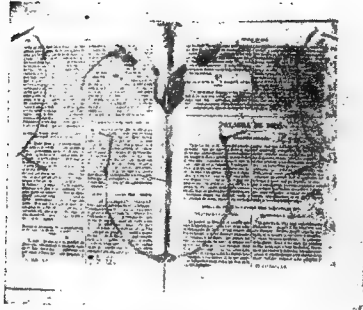
صورة لمنزل الخلف الذي استأجره أورفي بعد الطغولان بطن حيرة القصبه الكبي



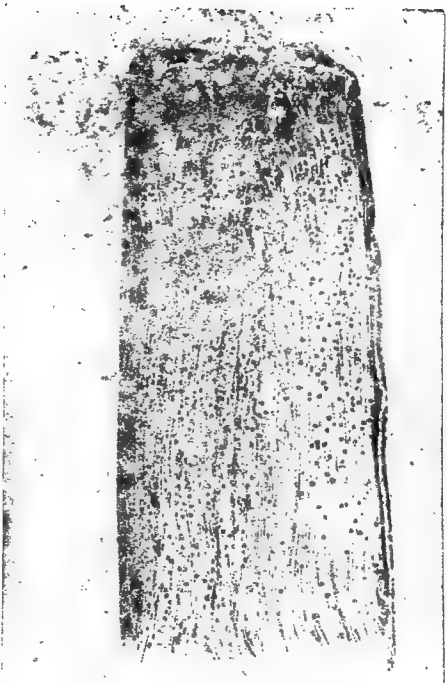


لوحة تمثل التلف الشديد الذي أصاب بعض الوثائق بفعل حشرة التيرميتس (النمل الأبيض) ويلاحظ بوضوح على سطح الوثائق التالفة بقايا الطين الذي استخدمه النمسيل الأبيض في بناء خناوقه .

After Smithsonian Institute.



لوحة تمثل التلف الذي أصاب صفحات أحد الكتب بفعل حشرة التيرميس ، النمل الأبيض) من النوع المعروف باسم تيرميس الغشيب الجاف .
 • وبالأحرى أن التلف قد حدث في الأماكن التي بنى فيها النمل الأبيض خلاصاته له .
 After Smithsonian Institute.



لوحة تحمل شكلًا جانبيًا لآلة الكلب التي أصابها التهاب الغدة، يحمل جيرة دود الكلب من النوع المعروف باسم
(*Neogastrophilus labrificornis*)
والإحاطة أن مقلبات الكلب ملصقة بعضها ببعض. يحمل السائل الزجاجي الذي يوزع على الخشيرة لتقوى به جوانب الخنادق التي تسمى فيها -
After Smithsonian Institute.



لوحة بالمجم الطبيعي تمثل احد الكتب التي اصابها التلف الشديد بفعل حشرة
دود الكتب من النوع المعروف باسم :
(Hawaiian Catorama book Worm)

After Smithsonian Institute.

ثانيا - المقاومة والإبادة :

تحكم أعمال مقاومة وإبادة الحشرات في دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية والمخازن الملحق بها عمليتان على أكبر قدر من الأهمية وهما :

(أ) عملية المراقبة والتفتيش الدوري بفرض الوقوف على مدى إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بالحشرات .

(ب) عملية الدراسات العملية بفرض التعرف على أنواع الحشرات المتواجدة والوقوف على طبيعة ونوعية الإصابة والعوامل المتعلقة بحياة الحشرات بين هذه المقتنيات .

ومن الضروري أن تسير أعمال المراقبة والتفتيش والدراسات العملية وفق خطة مؤداها الإجابة على الأسئلة الهامة التالية :

- ١ - هل توجد حشرات بين الكتب والوثائق والمخطوطات أم لا ؟
 - ٢ - ما هي العلاقة بين وجود الحشرات وبين الظروف السائدة في أماكن العرض والتخزين ؟
 - ٣ - كيف استطاعت الحشرات الوصول الى أماكن العرض والتخزين ؟
 - ٤ - ما هي أنواع الحشرات الموجودة ؟
 - ٥ - هل الإصابة بالحشرات قديمة أم حديثة ؟
 - ٦ - ما هي المكونات الداخلة في تركيب الكتب والمخطوطات والوثائق التي تصلح كضداء أو عوائل للحشرات الموجودة بأماكن العرض والتخزين ؟
 - ٧ - ما هي طبيعة ونوعية التلف الذي نتج عن الإصابة بالأنواع المختلفة من الحشرات التي عثر عليها بين الكتب والمخطوطات والوثائق ؟
- وفيما يلي سوف نتناول الطرق والمواد الشائعة الاستعمال في عمليات مقاومة وإبادة الحشرات التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق . . . وهي الحشرات التي سبقت الإشارة إليها في هذا الفصل .

السماك الفضي : (Silver fish)

ومن أهم طرق مقاومته وإيادته الطرق الآتية :

١ - تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واستعمالها بصفة مستمرة

لازعاج الحشرات المختلفة بينها •

٢ - استعمال المواد الكيميائية الآتية :

___ كرات الفتالين لطردها •

___ البارادا يكلووبنزوين (البارادكس) •

يوضع ٢٠٠ جم من البارادكس في خزانات العرض على أن

تظل مغلقة لمدة ثلاثة أيام على الأقل •

___ المستحضرات التي يدخل في تركيبها البيريثروم (Byrethrum)

___ ال د . د . ت الذائب في الكيروسين بنسبة ٥٪ رشا •

___ التبخير بأبخرة حمض الهيدروسيانيك •• مع مراعاة أن هذا

الحمض سام جدا •• ولهذا يجب أن تجري عملية التبخير

بهذا الغاز تحت اشراف الاخصائيين لتلافى اخطار التسمم به •

___ فاني كبريتور الكربون تبخيرا •

___ مسحوق اللندين القابل للبلل •• يضاف الى شمع الأرضيات

بنسبة ١٪ •• وتؤدي هذه المعاملة الى قتل الحشرات التي

تتجول على الأرضيات •

الصراصير : (Cockroaches)

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلي :

١ - مراعاة النظافة التامة •

٢ - جمع أكياس البيض وحرقتها ثم سده الشقوق وتنظيف ما حول

البالوعات وخلف الدواليب وتركيب شبكات ضيقة الميون من

السلك على الشبائيك وخاصة دورات المياه •

٣ - قتل ما يمكن قتله من الصراصير باستعمال الطرق اليدوية •

٤ - استعمال المواد الآتية :

— مادة الكلوردان تعفيرا بنسبة من ٢ الى ٥٪ أو رشاً على صورة محلول في الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٢٪ أو على صورة مستحلب مع الماء . . وذلك في الأماكن التي تتجمع فيها الصراصير وخصوصاً تحت البالوعات وأنايبب. المياه والشقوق التي توجد في الحوائط .

— مشابه الجاما لمادة سادس كلوروالبنزين (GAMMA-hexachlorobenzene)

بنسبة من ١٪ الى ٢٪ رشاً أو تعفيرا .

— مبيد السيڤين (Sevin) تعفيرا .

— مسحوق الـ D . D . ت ١٠٪ تعفيرا أو بخلطه مع فئات من المواد النشوية أو منابا في الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥٪ .

— مخلوط من فلوريد الصوديوم والبيرثروم بنسبة ٣ : ١ بالحجم تعفيرا .

— مخلوط من البوراكس والبيرثروم بنسبة ١ : ١ بالحجم تعفيرا .

— النخير بفاز حمض الهيدروسيانيك اذا كان المكان موبوء بدرجة لا تنفع معها إحدى الطرق السابقة .

النمل الأبيض : Termites or white ants

ومن أهم طرق المقاومة والإبادة ما يلي :

١ - إجراءات وقائية : وتتلخص فيما يلي :

— معالجة الأخشاب المستخدمة في البناء أو في صناعة الدواليب وخزانات العرض وخصوصاً تلك التي ستكون على اتصال مباشر بالأرضيات والحوائط بقرها في الكريوزوت الساخن لمدة ٢٤ ساعة .

— تزويد مباني دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية بوسائل الإضاءة والتهوية المناسبة لتقليل من فرص مهاجمتها بالحشرة .

٢ - الإجراءات العلاجية : وتتلخص فيما يلي :

— إزالة جميع الأنفاق والسراريب التي تصنعها الحشرة على الحوائط والأخشاب .

— رش الحوائط والأخشاب من الداخل والخارج بأحدى المواد الكيميائية الآتية :

(أ) الكريوزوت التجارى الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥ % .

(ب) مسحوق ال د . د . ت الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥ % .

(ج) مشابه الجاما لمادة سادس كلورو البنزين الذائب فى الكيروسين عديم الرائحة بنسبة ٥٠ % .

(د) مستحلب الكلوردان ٧٥ % مع الماء بنسبة ٢ % .

(هـ) أندرين بنسبة تتراوح من ٥٠ % الى ١ % .

ويكرر العلاج سنويا حتى تتوقف الإصابة تماما .

دودة الملابس ذات الكيس : The case making cloth's moth

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

١ - استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق وتنظيفها بصفة مستمرة وتهويتها وتمريضها لأشعة الشمس بعد استخلاص الأشعة فوق البنفسجية منها .

٢ - لف ما يخزن من الكتب والمخطوطات والوثائق فى أكياس من النايلون حتى لا تتمكن الحشرة من النفاذ إليها ووضع البيض بين أوراقها .

٣ - حفظ الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة فى ثلاجات لفترة من الوقت اذ ثبت أن اختلاف درجات الحرارة يؤدى الى قتل الحشرة .

٤ - تزويد الدواليب وخزانات العرض بالمواد الكيميائية الطاردة للحشرات مثل النفثالين والبارادكس .

٥ - فى حالة الإصابة الشديدة لابد من تمريض الكتب والمخطوطات والوثائق لابتغرة ثانى كبريتور الكربون أو حمض الهيدروسيانيك .

خنافس الجلود : (Dermestidae)

ومن أهم طرق المقاومة والابادة ما يلى :

الطرق الوقائية : وتشمل :

١ - وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من الإصابة بهذه الحشرات

وذلك باستعمال مواد كيميائية طاردة سريعة التبخر مثل النفتالين والبارادكس والكافور .

ولا يفوتنا أن ننوه الى أن مفعول هذه المواد مؤقت ويتلاشى بمجرد تطايرها .

٢ - الوقاية الدائمة بمعالجة الكتب والمخطوطات والوثائق وخاصة المصنوعة من الجلد أو الرق بمحاليل المواد الكيميائية العضوية التي تحتوى على الكلور ، وذلك على أساس أن الكلور يجعل الألياف غير قابلة للهضم بالنسبة لليرقات .

٣ - تخزين الكتب والمخطوطات والوثائق عند درجة حرارة منخفضة (من ٤ الى ٥ م) اذ ثبت من الدراسات التي أجريت في هذا الصدد أن درجة الحرارة المنخفضة توقف تغذية اليرقات وان كانت لا تميتهها .

٤ - التنظيف المستمر والتهوية الدائمة .

■ - استعمال الكتب والمخطوطات والوثائق بصفة مستمرة .

الطرق العلاجية - وتشمل :

١ - استعمال المبيدات ذات الأثر المتبقى لفترة طويلة مثل السيفين ٤٠ر.٪ وال د د د ت ١٠٪ والأندرين ٥٠ر.٪ .

٢ - استعمال مواد الرش التي تحتوى على البيرثرين حيث أنها تقتل اليرقات والحشرات الكاملة .

٣ - التبخير - اذا اقتضى الحال - بأحدى الغازات السامة مثل غاز حمض الهيدروسيانيك وغاز الكلوروبكرين ورابع كلوريد الكربون .

ولا يفوتنا أن ننوه في هذا الصدد الى الخطورة الكبيرة التي قد يتعرض لها القائمون بأعمال مقاومة وإبادة الحشرات من جراء استخدام المبيدات الحشرية...ولهذا فائنا ننصح بمراعاة الاحتياطات الآتية عند استعمال المبيدات الحشرية في أعمال مقاومة وإبادة الآفات الحشرية :

١ - اتباع تعليمات الشركات المنتجة للمبيدات بكل دقة .

٢ - الاحتفاظ بالمبيدات الحشرية في خزانات محكمة الغلق بعيدا عن أيدي غير المختصين .

- ٣ - ضرورة كتابة البيانات الخاصة بالمبيد على الإناء الذى يحتويه .
 - ٤ - تحضير محاليل المبيدات الحشرية فى أماكن مكشوفة جيدة التهوية .
 - ٥ - يحظر التدخين نهائيا عند استخدام المبيدات .
 - ٦ - تزال مصادر اللهب ويقطع التيار الكهربائى عند استخدام محاليل المبيدات الحشرية فى المذيبات العضوية .
 - ٧ - ضرورة ارتداء الأقنعة الواقية عند استخدام المبيدات الحشرية .
 - ٨ - يحظر استخدام كل من الملائيون واللندين والديازينون والكلوردان والداى الدرين فى رش أو تعفير صالات العرض أو المخازن بل يجب أن يقتصر استخدام هذه المبيدات فى معالجة مخاييم الحشرات فقط .
 - ٩ - يجب عزل الحجرات المعالجة بالمبيدات لمدة ٢٤ ساعة على الأقل .
 - ١٠ - يجب غسل الأيدى جيدا بالماء والصابون بعد الانتهاء من أعمال المقاومة والإبادة .
 - ١١ - إعدام أواني المبيدات الفارغة فوراً .
 - ١٢ - إذا حدث واستنشق شخص مبيدا حشرياً يجب نقله فوراً الى مكان جيد التهوية وإسعافه بالإسعافات الأولية واستدعاء الطبيب دون إبطاء .
- وفى نهاية الحديث عن مقاومة وإبادة الحشرات يجدر القول بأن مداومة تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية بصفة دورية تعتبر من أفضل الوسائل لصيانتها من خطر الإصابة بالآفات الحشرية . وفى هذا الصدد فأننى أرى أن تجرى أعمال النظافة وفق الأسلوب الآتى :
- ١ - تنقل الكتب والمخطوطات والوثائق من أماكنها على الأرفف أو خزانات العرض الى أماكن مكشوفة جيدة التهوية بعيداً عن صالات العرض والمخازن . . . ويجب أن يتم النقل باستخدام أدراج معدنية حتى لا تسقط الحشرات أو البرقات من الكتب والمخطوطات أو الوثائق أثناء النقل ومن ثم تتوارى فى مخاييم يصعب الوصول إليها .
 - ٢ - تنظيف الكتب والمخطوطات والوثائق واحداً تلو الآخر باستخدام فرشاة ناعمة أو بالضرب عليها برفق شديد مع ضرورة الاحتفاظ بمخلفات الحشرات ذات الدلالة للاستعانة بها فى عمليات الدراسة العملية وتكوين المشاهدات التى تتعلق بكييفية ونوعية التلف .

- ٣ - عزل الكتب والمخطوطات والوثائق التي تحتاج الى علاج وترميم .
- ٤ - تنظيف الأسقف والجدران والأرفف والأثاث . . ويلي ذلك رش أو تعفير صالات المرضى والمخازن اذا احتاج الأمر .
- ٥ - تنظيف الأرضيات بصفة مستمرة ودهانها بالورنيش المضاف اليه اللندين القابل للبلل بنسبة ١٪ .
- ٦ - سد الثقوب والشقوق الموجودة بالأرفف والخزانات وإزالة ما قد يكون بها من العشوش أو أكياس البيض قبل إعادة الكتب والمخطوطات والوثائق إليها .

الفصل الثانى

الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها وأبادتها

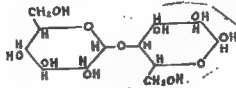
الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف المواد

أولاً - الورق والبردى :

قبل أن نتناول الدور الذى تلعبه الكائنات الحية الدقيقة فى تلف الورق والبردى بوصفهما من المواد المصنوعة بصفة أساسية من السليولوز، نجد أنه من الضرورى التحدث ولو بإيجاز شديد عن البناء التركيبى لألياف السليولوز حتى تتضح لنا كيفية تحلله الميكروبيولوجى .

والسليولوز فى أبسط صوره يتكون من عدد متغير من جزيئات أو وحدات الجلوكوز التى ترتبط معا فى المواقع ١ ، ٤ عن طريق فقد الماء مكونة بنسب خطيا على هيئة سلاسل تعرف باسم سلاسل السليولوز

(Cellulose chains) وذلك على النحو التالى :



OH = مجموعة هيدروكسيل

H = ذرة هيدروجين

(= ذرة كربون

ويختلف طول سلاسل السليولوز بدرجة كبيرة في الأنواع المختلفة من السليولوز ٠٠ وبصفة عامة تتكون هذه السلاسل من وحدات من الجلوكوز يتراوح عددها ما بين ٢٠٠ ، ١٠٠٠٠ وحدة .

وينقسم السليولوز تبعاً لقابليته للذوبان في محلول الصودا والأحماض إلى الأطوار القلوية وجاما ٠٠ ونجد أن الألفا سليولوز لا يذوب في محلول من هيدروكسيد الصوديوم درجة تركيزه ١٧ر٥٪ . بينما يذوب كل من البيتا والجاما سليولوز في هذا المحلول على الفور ٠٠ ومن ناحية أخرى نجد أن البيتا سليولوز يترسب ثانية في محلول هيدروكسيد الصوديوم بفعل الأحماض بينما يظل الجاما سليولوز ذائباً ٠٠ وتتوقف هذه الخاصية في نظر بعض الدارسين على عدد وحدات الجلوكوز التي تتكون منها سلاسل الأنواع المختلفة من السليولوز ٠٠ ويرى هؤلاء الدارسين أن الألفا سليولوز يتكون من سلاسل تحتوي على أكثر من ٢٠٠ وحدة من وحدات الجلوكوز ، أما البيتا سليولوز فيتكون من سلاسل تحتوي على عدد من وحدات الجلوكوز يتراوح ما بين ١٠ . ٢٠٠ وحدة ، بينما يتكون الجاما سليولوز في نظرهم من الهيميسليولوز (Hemicellulose) الذي يحتوي سلسله على أقل من عشر وحدات من الجلوكوز .

وتبنى جزئيات السليولوز في الطبيعة بحيث تكون السلاسل المكونة لها متوازية إلى حد كبير ٠٠ وقد اتضح من دراسة التركيب البنائي للسليولوز باستخدام طريقة حيود الأشعة السينية أن المناطق التي تكون فيها السلاسل السليولوزية متوازية ومتلاحمة تتميز بتركيب بللوري محدد ترتبط فيه السلاسل بروابط مشتركة قوية في الاتجاهات الثلاثة ، أما المناطق التي تكون فيها السلاسل غير متوازية وغير ملتصقة فإنها تكون غير منتظمة الشكل ولا تتميز بهذا التركيب البللوري المحدد ٠٠ ومن ناحية أخرى فقد ثبت بالدراسة أن المناطق التي تتميز بتركيب بللوري محدد تقاوم تأثير المواد الكيميائية بينما المناطق الأخرى غير المتبلورة تتحلل بفعل هذه المواد ، فضلاً عن كونها تنتفخ بالماء وذلك بسبب احتوائها على فراغات كثيرة تزيد من نفاذيتها سواء للماء أو للمحاليل الكيميائية .

العوامل التي تتحكم في مدى قابلية السليولوز للتحلل الميكروبيولوجي

١ - طول سلاسل السليولوز (درجة التبلور) :
Chain Length (Degree of Polymerization)

تتكون المواد الخام التي تستخدم في صناعة الورق من أنواع كثيرة

من الألياف السليولوزية ذات التراكيب البنائية المختلفة ٠٠ ونجد أنه بينما تتكون ألياف القطن الخام من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلر تزيد على ٣٥٠٠ (D.P. 3500) فإن خيوط القطن تتكون من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلر تتراوح ما بين ١٠٠٠ ، ٣٠٠٠ أما الألياف السليولوزية التي مرت بمرحلة أو أكثر من مراحل التصنيع فإنها تتكون من جزئيات من السليولوز ذات درجة تبلر تتراوح ما بين ٣٠٠ . ٦٠٠ .

وتؤدي عملية تصنيع لب الورق ، وهي الخطوة الأساسية في عملية صناعة الورق الى حدوث نقص كبير في طول سلاسل السليولوز أو في درجة التبلر عن طريق تكسير سلاسل السليولوز الطويلة ٠٠ وقد أثبتت الدراسات أن الألياف السليولوزية في لب الورق تتكون من جزئيات من درجة تبلر تتراوح ما بين ٦٠٠ ، ١٠٠٠ بالإضافة الى وجود بعض نواتج ذات درجة تبلر أقل من ذلك بكثير .

وفي الواقع فإن درجة التبلر تلعب الدور الأساسي في تحديد مدى مقاومة جميع المواد المتبلرة الطبيعية ، ومنها السليولوز بطبيعة الحال . للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة ٠٠ بل نجد أنها تلعب الدور الرئيسي أيضا في تحديد عدد ونوعية الكائنات الحية الدقيقة التي تستطيع استخدام هذه المواد في عملية التمثيل الغذائي ٠٠ ويرجع هذا في الحقيقة الى الاختلاف النسبي في قابلية جزئيات السليولوز الكبيرة والصغيرة للذوبان ٠٠ ومن هذا المنطلق نجد أن معظم الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم الجلو كوزوالدكسترين بفعل الأنزيمات الداخلية (Endo enzymes) التي تفرز داخل هذه الكائنات ، أما في حالة المواد الكربوهيدراتية ذات الجزيئات كبيرة الحجم وغير القابلة للذوبان فإن الكائنات الحية الدقيقة التي تهاجمها تحولها أولا الى مواد قابلة للذوبان عن طريق تكسيرها الى جزيئات صغيرة الحجم بفعل أنزيمات خارجية (Exoenzymes) متخصصة ، ومن ثم تستطيع هضمها بفعل الأنزيمات الداخلية التي تفرز داخل الخلايا ٠٠ وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجيلاتين وهو أحد المواد البروتينية للإصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا نظرا لصغر حجم جزيئاته المتبلرة وقابليته للذوبان بينما نجد أن الكولاجين وهو أيضا من المواد البروتينية لا يصاب الا بعدد محدود جدا من الكائنات الحية الدقيقة نظرا لكبر حجم جزيئاته المتبلرة وعدم قابليته للذوبان ٠٠ والواقع أن الكائنات الحية الدقيقة التي تهاجم الألياف السليولوزية تتميز بقدرتها على تكسير جزيئات السليولوز الكبيرة وتحويلها الى مادة قابلة للذوبان ، وذلك بفعل الأنزيمات الخارجية المتخصصة التي تقوم بإفرازها ٠٠ وتأسيسا على ذلك وفيما يتعلق بالمواد السليولوزية نجد أن قابلية

الهيميسليولوز (Hemi cellulose) للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة كبيرة جدا اذا ما قورنت بقابلية الألفا سليولوز للاصابة بهذه الكائنات .

ولما كانت جميع الألياف السليولوزية الطبيعية تتكون من خليط من جزئيات متبلورة تختلف في درجة التبلر ، ومن ثم في طول الجزيء أو طول السلسلة فانه سوف يكون من غير المقبول تعميم القول بأن هذه المادة 'و' ذاك غير قابلة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، فالتأثير أن درجة الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة وكذلك نوعية الكائنات الدقيقة التي تنمو على المواد السليولوزية الطبيعية تتوقف ليس فقط على نوعية الألياف السليولوزية ولكنها تتوقف كذلك على درجة قديمها وعلى الظروف التي تواجدها فيها من قبل ، وذلك على أساس ان الاصابة بالكائنات الدقيقة ترتبط ارتباطا مباشرا بحجم جزئيات السليولوز المتبلورة وأن تكسر جزئيات السليولوز كبيرة الحجم يحدث ليس فقط بفعل الكائنات الحية الدقيقة ولكنه يحدث أيضا بفعل عوامل أخرى كالضوء والحرارة والرطوبة والأحماض وغير ذلك من عوامل ٠٠ . ويعني هذا بطبيعة الحال أن تعرض الألياف السليولوزية لعوامل التلف من ضوء وحرارة ورطوبة وأحماض يزيو من احتمال اصابها بالكائنات الحية الدقيقة .

٢ - درجة التبلور : (Degree of crystallization)

من الثابت أن حجم سلاسل السليولوز - أي درجة تبلر السليولوز - له أهمية كبيرة في مدى مقاومة السليولوز للتحلل الميكروبيولوجي ، غير أننا نجد فيما يتعلق بالتركيب البنائي للألياف السليولوز أن هناك عاملا آخر لا يقل أهمية عن درجة التبلر وهو درجة انتظام سلاسل السليولوز أو جزئيات السليولوز في تركيب بللوري .

ولقد أثبتت الدراسات الكثيرة التي أجراها في هذا الصدد كل من كارر وشوبرت (Karrer and Schubert) أن قابلية الأجزاء المتبلورة من ألياف السليولوز للتحلل سواء بفعل المواد الكيميائية أو بفعل الإنزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تقل كثيرا عن قابلية الأجزاء غير المتبلورة .

٣ - الشوائب أو المواد غير السليولوزية : (Non-Cellulosic components)

من المعروف أن الاحتياجات الحيوية للكائنات الحية الدقيقة بالإضافة الى الرطوبة هي الطاقة والنتروجين والمركبات المعدنية والفيتامينات ، ولهذا

فإن الشوائب غير السليولوزية الموجودة عادة في الألياف السليولوزية من حيث كميته ونوعيتها تشكل عاملا مهما في مدى قابلية المواد السليولوزية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة . ولهذا السبب فأننا نجد أن الأوراق المصنوعة من الخرق البانة النقية (rag Papers) التي تحتوى على كمية صغيرة جدا من المواد غير السليولوزية ليس لها قابلية تذكر للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، بينما الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون لها قابلية كبيرة جدا للاصابة بهذه الكائنات نظرا لاحتوائها على نسبة كبيرة من المكونات غير السليولوزية تصل نسبتها الى ٨٠ ٪ .

وفي هذا الصدد لا يفوتنى أن أنوه الى أن المواد المألثة ومواد الصقل والصبغات المدنية التي تستخدم في صناعة الورق تعتبر من العوامل أو الأسباب الرئيسية التي تزيد من قابلية الورق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٤ - الرطوبة : (Moisture)

أثبتت الدراسات الحديثة أن اصابة المواد العضوية بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس فقط على الرطوبة النسبية في الجو المحيط ولكنها تعتمد وبدرجة أكبر على محتوى المواد العضوية من الماء الحر . وعلى هذا الأساس فأننا نجد أن قابلية المواد السليولوزية وغيرها من المواد العضوية للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تختلف فيما بينها حتى ولو كانت متواجدة في جو ذات رطوبة نسبية ثابتة . وعلى سبيل المثال فأننا نجد أن محتوى الأنواع المختلفة من الورق من الماء الحر في جو رطوبته ٧٢ ٪ يختلف اختلافا ملحوظا ، فبينما نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون من الماء الحر يصل الى ٩٥ ٪ فأننا نجد أن محتوى الأوراق المصنوعة من لب الصودا من هذا الماء الحر يصل الى ٨ ٪ . وعلى ذلك يمكن القول بأن اصابة الأوراق المصنوعة من الخشب المصحون بالكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات سوف تحدث في درجة رطوبة نسبية أقل كثيرا من درجة الرطوبة النسبية التي تحدث عندها اصابة الأوراق المصنوعة من لب الصودا بهذه الكائنات .

كيفية تلف الورق والبردى بفعل الكائنات الدقيقة :

الورق والبردى بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة مصدر هام لغذائها الرئيسى وهو الكربون ويتيسر للكائنات الحية الدقيقة الحصول على عنصر الكربون من الورق والبردى بفعل الأنزيمات التي تفرزها والتي لها القدرة

على تكسير السيلولوز وتحويله الى مواد بسيطة التركيب يسهل هضمها واستخدامها في عمليات التمثيل الغذائي .

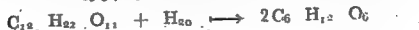
وبالرغم من الدراسات الكثيرة التي أجريت في هذا المجال فان طبيعة التفاعلات البيوكيميائية التي تحدث في عمليات تكسير السيلولوز لم تنضح بالقدر الكافي ، وان كان من المعروف حاليا أن عملية تكسير السيلولوز بفعل الأنزيمات التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة تتضمن على الأقل عمليتين أساسيتين . العملية الأولى تتضمن تكسير السيلولوز الى السلوبيوز (*) Cellulose أما العملية الثانية فيتم فيها تحلل السلوبيوز الى الجلوكوز ، وهو الوحدة البنائية لجزيئات السيلولوز .

ويرى كثير من الباحثين أن أنزيم السيلوليز (Cellulase enzyme) الذي يستطيع اذابة السيلولوز يتكون من كثير من المركبات الأنزيمية النشطة .. وقد استطاع هؤلاء الباحثون تمييز الأنزيم ج (Enzyme Cl) الذي يستطيع التعامل مع الألياف السيلولوزية المتبلورة ويؤدي الى تهتك أو تكسير الروابط التي تربط بين جزيئاتها ، وكذلك فانهم قد استطاعوا تمييز الأنزيم ج س (Enzyme CX) الذي يؤدي الى تحلل اسيلولوز الى وحداته البنائية وهي الجلوكوز .

وتبدأ عملية تكسير الألياف السيلولوزية بفعل البكتريا والفطريات في أماكن الاتصال المباشر .. وعندما تحدث الإصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة نجد أن أهداب أو هيفات hyphae الفطريات وخيوط الأكتينوميسيتات تقحم جدران خلايا الألياف السيلولوزية ، بينما نجد أن البكتريا تنمو على هيئة كتل أو تجمعات بروتوبلازمية تتكاثر عن طريق انقسام أو انشطار الخلايا على النحو السابق توضيحه ، ولذلك نجد أن نمو البكتريا يتركز على السطح لكونها غير قادرة على النفاذ الى داخل الألياف .

ولقد أثبتت دراسات كثيرة أنه الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية أكثر تعرضا للإصابة بالفطريات .. ويرجع السبب في هذا الى

(*) السلوبيوز من الكربوهيدرات الثنائية التسكر (المايكرويدات) ويطلق اسم الكربوهيدرات الثنائية التسكر على الكربوهيدرات التي يتحد جزيؤها مع جزي من الماء ويتحلل الى جزئين من الكربوهيدرات الأحادية التسكر .. ويصير عن تركيب كل هذه السكريات بصيغة واحدة هي $(C_{12}H_{22}O_{11})$.. ويسمى السلوبيوز بأنه يحل عند تحلله بالماء أو بفعل الأنزيمات تفرزها الكائنات الحية الدقيقة جلوكوز فقط



إن الظروف السائدة في دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تلائم نمو الفطريات أكثر من ملائمتها لنمو البكتيريا ، فالفطريات قادرة على النمو في مدى واسع من الأس الهيدروجيني السالب PH. values يراوح ما بين ١٤ ، ١٠ ، فضلا عن احتياج الكثير جدا من أنواع الفطريات إلى الماء الحر Moisture content في الوسط الذي تنمو عليه أقل كثيرا من احتياج غيرها من الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وعلى سبيل المثال فإن فطر البنسيليوم ينمو ويتكاثر على الأوراق التي يتراوح محتواها من الماء الحر ما بين ٧٨ ٠ ٩٠ ٪ ٠

ومما لا شك فيه أن الورق والبردى يمكن أن يتلف بفعل أجناس ونوع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة تبعاً للتركيب الكيميائي ودرجة الحموضة أو القلوية ودرجة الرطوبة النسبية والحرارة وكمية ونوعية الإضاءة ٠

ومن المعروف أن الفطريات تتسبب في تبقع الأوراق المصابة بتع خلف في لونها باختلاف الفطر المسبب لها ، كما أن مظهر التلف يختلف هو الآخر تبعاً لذلك ٠٠ ولقد قام بعض الباحثين بدراسة مظاهر التلف والتبع الناتجة عن الإصابة بالفطريات واستطاعوا عن طريقها التعرف على نوع أو جنس الفطر المسبب لها ٤

ولعله يكون من المفيد أن نورد للقارىء ما انتهت إليه هذه الدراسات بفرض الاستعانة بها في أعمال التفتيش الدوري على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية وذلك على النحو التالي :

نوع الفطر	مظهر الإصابة
<i>Haemaphysium fwligneum.</i>	بقع سوداء اللون
<i>Trichobotrys atra</i>	"
<i>Sporodocnium echinulatum</i>	"
Species of the genus <i>Stemphylium</i>	"
Certain species of <i>Chaetomium</i>	"
<i>Sporotrichum Polysporum</i>	بقع بيضاء اللون
<i>Aspergillus Candidus</i>	"
<i>Oospora Bonordenii</i>	"
<i>Botrytis Sp.</i>	"
<i>Penicillium Sp.</i> 450	"
<i>Mucor Sp.</i>	بقع رمادية اللون
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	"
<i>Rhinotrichum Bloxami</i>	بقع صفراء اللون
<i>Sporodiniopsis dichotomus</i>	"
<i>Rhinotrichum Parietinum</i>	بقع حمراء بنيّة
<i>Stephanoma Sp.</i>	"
<i>Oospora Crusta cea</i>	بقع حمراء اللون
<i>Trichothecium roseum</i>	بقع وردية اللون
Most species of <i>Penicillium</i>	بقع رمادية خضراء
Most Species of <i>Aspergillus</i>	"
Species of genus <i>Trichoderma</i>	
<i>Penicillium frequentans</i>	بقع ذات لون أصفر ليموني
<i>Penicillium chryso genum</i>	"
<i>Penicillium notatum</i>	"
<i>Penicillium roqueforti</i>	"
<i>Penicillium Cyaneo-fulvum</i>	"
<i>Penicillium Viridicatum</i>	"
<i>Penicillium Citrinum</i>	"
<i>Trichoderma Koningi</i>	"
<i>Penicillium tordum</i>	"
<i>Sporotrichum Polysporum</i>	"
<i>Chaetomium elatum</i>	"
<i>Sporodiniopsis dichotomus</i>	"

نوع النطر	مظهر الإصابة
<i>Aspergillus ruber</i>	بقع قرمزية اللون
<i>Penicillium frequentans</i>	" " "
<i>Penicillium roqueforti</i>	" " "
<i>Penicillium viridicatum</i>	" " "
<i>Aspergillus versicolor</i>	بقع قرمزية صفراء
<i>Penicillium herquei</i>	يتلون الورق باللون البني
<i>Chaetomium elatum</i>	" " "
<i>Myxotrichum chartarum</i>	" " "
<i>Stachybotrys atra</i>	
<i>Clado sporium herbarum</i>	بقع زرقاء وماءية
<i>Chaetomium globosum</i>	" " "
<i>Chaetomium elatum</i>	" " "
Species of genus <i>Stymphylium</i>	" " "
<i>Aspergillus Candidus</i>	التصاق الأوراق بعضها بالبعض الآخر
<i>Chaetomium chartarum</i>	" " " " "
<i>Trichoderma lignorum</i>	" " " " "
<i>Sporotrichum polysporum</i>	" " " " "
<i>Botrytis Sp.</i>	" " " " "
Family <i>Chaetomiaceae</i>	تآكل الألياف السيلولوزية ومواد الصلب
<i>Monilia sitophyla</i>	" " " " "
<i>Sporotrichum polysporum</i>	" " " " "
<i>Stachybotrys atra</i>	" " " " "
<i>Haptographium fuliginum</i>	" " " " "
<i>Botryotrichum piluliferum</i>	" " " " "
<i>Sporodesmium echinulatum</i>	" " " " "

ثانيا - الجلود والرق :

١ - الجلود :

من المعروف أن الهدف الرئيسي من عمليات دبغ الجلود الخام هو تحويلها الى مواد غير ملائمة لنمو البكتريا وغير قابلة للتحلل أو التعفن . . . والواقع أن إصابة الجلود المدبوغة بالبكتريا تعتبر أمرا بعيد الاحتمال . وذلك على الرغم من أنه قد توجد في الجلود المدبوغة بعض الشواهد التي يستدل منها على وجود اصابات بكتيرية . . . وفي هذا الخصوص فقد أثبت روز (C. D. Rose) أن مثل هذه الإصابات البكتيرية تحدث عادة في الجلود النعام قبل أن تجرى لها عملية الدباغة وأن شواهدا وآثارها فقط هي التي تبقى بالجلود المدبوغة .

وفي الحقيقة فإن الكائنات الحية الدقيقة القادرة على مهاجمة الجلود المدبوغة مؤدية في بعض الحالات الى إتلافها هي الفطريات .

ولقد ثبت الدور الكبير الذي تلعبه الفطريات في تلف الجلود المدبوغة بالدراسات القيمة التي أجراها أخصائيو الميكروبيولوجي في جيوش الحلفاء التي كانت تحارب في الحرب العالمية الثانية في البلدان الاستوائية وخاصة الملايو حينما لاحظوا تلف الكثير من مخزون جيوشهم من أحذية الجنود في هذه البلدان . . . ولقد كانت هذه الدراسات هي البدايات الأولى لعلم فطريات الجلود (Leather Mycology) الذي ازدهر ازدهارا كبيرا في الوقت الحاضر .

العوامل التي تتحكم في إصابة الجلود بالفطريات :

تنمو الفطريات على معظم أنواع الجلود المدبوغة ، سواء كانت مدبوغة بالمواد الدابغة النباتية أو بأملاح الكروم أو بالزيت أو بأملاح الحديد أو الألومنيوم ، وذلك عند توفر كمية كافية من الرطوبة ، وهي الاحتياج الجوى لنموها . . . وحسب ما يرى أورثمان (Orthmann) فإنه لكي تنمو الفطريات على الجلود لابد ألا يقل محتواها من الرطوبة . . . أى الماء الحر عن ١٤٪ .

ولقد أثبتت الدراسات الكثيرة التي أجراها كل من روز وتيرنر (Rose and Turner) أن نمو الفطريات لا يعتمد فقط على الرطوبة الجوية ولكنه يعتمد أيضا وبصفة أساسية على محتوى الجلود من الماء الحر . . . وعلى ذلك نجد أن قابلية الجلود التي كانت مبتلة ثم جفت للاصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن قابلية الجلود التي كانت جافة واكتسبت رطوبة من الجو المحيط بها . . . ومن ناحية أخرى نجد أن قابلية الجلود

المذبوغة لامتصاص الرطوبة من الأجواء المحيطة بها تتوقف الى حد كبير على طريقة تجهيزها وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بها ٠٠ وعلى سبيل المثال فان الجلوسرين الذى يستخلم فى بعض عمليات تجهيز الجلود المذبوغة يزيد من قابلية الجلود لامتصاص الرطوبة ، وعلى ذلك فانه يزيد من قابليتها للاصابة بالفطريات .

وئمة عامل آخر يتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات وهو درجة الحرارة التى تخزن عندها الجلود ، وذلك على أساس أن الرطوبة الجوية ترتبط ارتباطاً مباشراً بدرجة الحرارة ٠٠ ولقد أثبت كل من جروم وبانيسيت (Groom and Panisset) أن فطر البنسليوم ينمو على الجلود فى درجة حرارة ١٠ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٨٣٪ ، وأنه يصيب الجلود عند درجة حرارة ١٥ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٧٪ وأنه يصيبها عند درجة حرارة ٢٥ درجة م عندما تكون الرطوبة النسبية فى الجو المحيط ٧٢٪ .

وفىما يختص بالتركيب الكيميائى والخواص الفيزيائية للجلود ، فقد ثبت بالدراسات التى أجراها كل من هايدوميتون وموسجراف (G. R. Hyde, R. G. Mitton and A. J. Musgrave) أن الخواص الفيزيائية للجلود لا تؤثر الى حد كبير على مدى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ٠٠ وعلى سبيل المثال فانه ليس هناك فرق بين جلد البطن الذى يتميز بطراوته وبين جلد الرأس الذى يتميز بصلابته فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ٠٠ وعلى العكس من ذلك فان التركيب الكيميائى للجلود المذبوغة يؤثر تأثيراً كبيراً فى مدى قابليتها للاصابة بالفطريات ٠٠ ولعل نوعية المواد الدابغة من أهم العوامل التى تتحكم فى اصابة الجلود بالفطريات ٠٠ وعلى سبيل المثال نجد أن قابلية الجلود المذبوغة بالمواد الدابغة النباتية للاصابة بالفطريات تزيد كثيراً عن قابلية الجلود المذبوغة بأملاح الكروم ٠٠ ومن بين المواد الدابغة النباتية نجد أن الجلود المذبوغة بالمواد الدابغة النباتية التى تحتوى على كمية كبيرة من السكريات هى أكثرها تعرضاً للاصابة بالفطريات ٠٠ مثال ذلك مجموعة البروجالول فى التانينات (The Pyrogallol group of tannins)

ومن ناحية أخرى فان مواد التشحيم والزيوت التى تستخدم فى تجهيز الجلود المذبوغة تلعب هى الأخرى دوراً أساسياً فى قابلية الجلود للاصابة بالفطريات ٠٠ فقد أثبت كل من ميتون وتيرنو (R.G. Mitton and J.N. Turner Neat's foot oil) أن زيت كبد الحوت وزيت النيتسفوت والزيوت المعدنية تزيد الى درجة كبيرة من قابلية الجلود المذبوغة للاصابة بهذه الكائنات الحية الدقيقة .

كيفية تلف الجلود بفعل الفطريات :

لقد كرس أبحاث علمية كثيرة للوقوف على حقيقة التأثيرات الفيزيائية والكيميائية للفطريات على الجلود المدبوغة ٠٠ فقد قام بارجهورن (Bargi:com) من وجهة نظر علم الأنسجة بفحص العديد من عينات الجلود المدبوغة سواء بالمواد الدايفة النباتية أو بأملاح الكروم وذلك بعد مرور ستة أشهر على إصابتها بفطر الاسبرجيلوس نيجر (*Aspergillus niger*) واتضح له أن هذا الفطر لم يتاجم الألياف الكولاجين (*Collegen fibers*) وأن الإصابة لم تعد الطبقات السطحية الخارجية من الجلد ٠٠ وقد انتهى بارجهورن من دراسته إلى القول بأن هذا الفطر ليس له تأثير على الألياف الكولاجين وأنه يؤثر فقط على التانينات وعلى المكونات غير الكولاجينية الموجودة بالجلود ٠

وقد قام مركز البحوث التابع لاتحاد منتجي الجلود بإنجلترا بإجراء سلسلة من الدراسات لمعرفة تأثير الفطريات على الخواص الفيزيائية والكيميائية للجلود اندبوغة سواء بالمواد الدايفة النباتية أو بأملاح الكروم ٠٠ وفيما يختص بالخواص الفيزيائية فقد اتضح حدوث نقص في متانة الجلود المدبوغة بالمواد الدايفة النباتية مقداره ١٠٪ ، وذلك بعد مرور ستة أشهر على إصابتها بالفطريات ٠ بينما لم يحدث نقص ملحوظ في متانة الجلود المدبوغة بأملاح الكروم ٠٠ وقد انتهت هذه الدراسات إلى القول بأن النقص الذي وقع في متانة الجلود المدبوغة بالمواد الدايفة النباتية قد حدث نتيجة لعمليات التحلل المائي التي تعرضت لها الجلود بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التي تتطلبها نمو الفطريات ٠ ولم يحدث نتيجة لمهاجمة الفطريات للألياف الكولاجين المدبوغة ٠٠ أي أنه تحلل مائي وليس تحلل انزيمي ٠

وافتاقا مع هذه الدراسات فقد انتهت الدراسات الماثلة التي فم بها كل من كاناجي وتشارلز وإبرامز وويلسون وميريل وهيجلي ورودي وجانسينج في أمريكا إلى القول بأن النقص الذي يلاحظ في متانة الجلود المصابة بالفطريات وفقدانها لليونة لا يحدث نتيجة لمهاجمة الفطريات للألياف الكولاجين وإنما يحدث بصفة أساسية نتيجة لعمليات التحلل المائي التي تعرض لها هذه الألياف بفعل الرطوبة وعند درجات الحرارة العالية التي تتطلبها نمو الفطريات ونتيجة لإكسدة الزيوت ومواد التشحيم التي تستخدم في عمليات تجهيز وتطرية الجلود المدبوغة ونتيجة للتغير في قيمة الأس الهيدروجيني (PH. Value) الذي يحدث عادة عند إصابة الجلود بالفطريات ٠

وفيما يختص بالتغيرات الكيميائية التي تحدث للجلود المصابة بالفطريات ٠٠ فقد ثبت بالدراسة انما تتركز بصفة أساسية في عمليات التحلل المائي للزيوت ومواد التشحيم الأخرى حيث تتحلل إلى أحماض دهنية حرة ٠٠ وقد وجد كل من فيليبس وبالفى أن مواد التشحيم المستخدمة في نظرية وتجهيز الجلود المدبوعة تحتوي على أحماض دهنية حرة بنسبة ٣٠٪ بعد مرور ٥٨ يوما على إصابتها بالفطريات ، وانما تحتوي على هذه الأحماض الدهنية الحرة بنسبة ٧٤٪ بعد مرور ٧٨ شهرا على الإصابة ٠٠ ومن جهة أخرى فقد ثبت أن مواد التشحيم المستخدمة في نظرية وتجهيز الجلود المدبوعة بأملاح الكروم أقل قابلية للتحلل المائي من مواد التشحيم المستخدمة في الجلود المدبوعة بالمواد الدافئة النباتية ٠٠ وقد أعزى ذلك إلى أن قابلية الجلود المدبوعة بالمواد الدافئة النباتية للإصابة بالفطريات تزيد عن قابلية الجلود المدبوعة بأملاح الكروم للإصابة بهذه الكائنات ٠

وعلى أية حال فقد اتفقت آراء جميع الدارسين على أن الفطريات تستطيع إتلاف الجلود المدبوعة ديفا تماما عن طريق مهاجمتها لألياف الكولاجين ، ولكن التلف الذي ينجم عنها يحدث أساسا كنتيجة مباشرة للتحلل المائي للزيوت ومواد التشحيم الأخرى التي تستخدم في عمليات التجهيز والنظرة ، مما يترتب عليه فقد الجلود لطاوتها ومثانتها وكثير من خواصها الطبيعية المفيدة والهامة ٠

مظاهر إصابة الجلود المدبوعة بالفطريات :

إن التلف الواضح الذي ينجم عن إصابة الجلود المدبوعة بالفطريات والذي يمكن الاستدلال عليه بالفحص الظاهري هو تغير لون الجلود وتبقعها ببقع تختلف في لونها ومظهرها حسب نوعية الفطر الذي تصاب به الجلود ٠٠ وتتضح هذه البقع أكثر وأكثر إذا كانت الجلود مصبوبة ٠

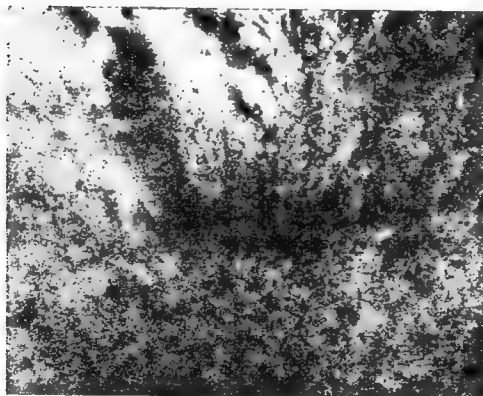
وقد لوحظ أن الجلود المدبوعة بالمواد الدافئة النباتية والتي تتميز عادة بلونها الغامق تتبقع ببغ بيضاء رمادية تتحول مع الوقت إلى مساحات قاتمة اللون نتيجة لإصابتها بفطر الباسيللوس ميغاثيريوم (*Bacillus megatherium*) وانما تتبقع ببغ رمادية بنية أو ببغ بنفسجية عند إصابتها بفطر البولولاريا (*Pulularia Sp.*) أو بفطر الباسيلومييسس *pacillomyces* وغالبا ما يحدث للجلود المدبوعة بالمواد الدافئة النباتية تشويه لمظهرها بفعل الفطريات ٠

وفيما يختص بالجلود المدبوعة بأملاح الكروم نجد أن لونها سريما ما يتغير نتيجة لإصابتها بالفطريات ٠٠ وقد ثبت أن إصابتها بفطر

الكاتينولاريا (Catenularia) أو فطر الورد تورولا موسيلاجينوسا
(Rhodotorula mucilaginosa) يؤدي الى تبقيها ببقع حمراء

أو قرمزية اللون .

وعلى أية حال فإنه يمكن التفرقة بين البقع الناتجة عن تلوث الجلود
بالمركبات المعدنية وبين البقع الناتجة عن الإصابة بالفطريات باستخدام
محلول من حمض الأوكساليك Oxalic acid وذلك على أساس أن
البقع الناتجة عن المركبات المعدنية تزول بفعل هذا الحمض .



• صورة ميكروسكوبية لقطع مصبوغ من جلد مصاب بالفطريات •

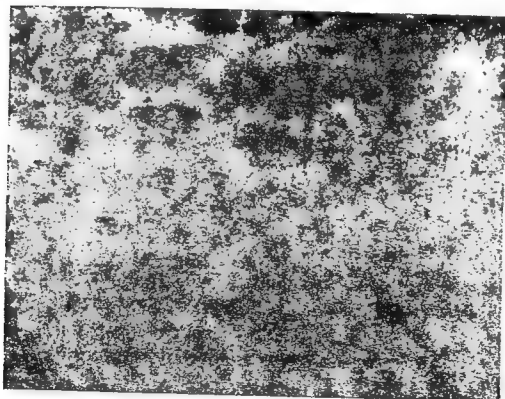
الكشف عن إصابة الجلود المدبوغة بالفطريات :

عندما يتعذر الاستدلال بالعين المجردة عن إصابة الجلود بالفطريات
فانه يمكن اتباع الطريقة التي استخدمها كل من بابا كينا وكوتوكوفا وروز
(Ba Bakina, Kutkova and Rose) للكشف عن إصابة الجلود المدبوغة
بالفطريات .

وتتخلص هذه الطريقة في عمل مقاطع من الجلود المراد الكشف عن اصابتها بالفطريات ، ثم تزال منها مواد الدباغة عن طريق غمرها في الاسيتون المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ وبعده ازالة مواد الدباغة تصبغ المقاطع بمزيج يحضر من المكونات الآتية :

بيرونين (Pyronin)	٠.٩ جم
أخضر الميثيلين (Methylene green)	٠.١ جم
كحول اثيلي (٩٨ ٪)	٩.٠ مليلترات
جلسرين	١٠.٠ مليلترات
فينول (محلول مائي ٠.٥ ٪)	١٠٠.٠ مليلترا

وبعد عملية الصبغ تجفف مقاطع الجلود عن طريق غمرها في حمامات متتالية من الكحول ٥٠٪ ، ٧٠٪ ، ١٠٠٪ ، على التوالي ٠٠ وأخيرا تغمر في زيت القرنفل المخفف بالزيلين وتفحص تحت الميكروسكوب .



صورة توضح كيفية تبغ الجلود نتيجة لاصابتها بالفطريات

٢ - الرق :

سبق ان اوضحنا ان الرق ما هو الا جلد متدوف الشعر غير مدبوغ . انه يحضر للكتابة عليه بعد تجفيفه بتغطية سطوحه بالطباشير ثم بالحك عليها بحجر خفاف أو حكك حتى يتداخل الطباشير في مسام ويحفظ بها من رطوبة . . أى أن الرق لا يختلف من حيث تركيبه الكيميائي عن أى نوع آخر من النجلود الا في طريقة صنعه وتجهيزه . . وعلى ذلك جده أن الرق يتميز بطبيعته القلوية التى اكتسبها من الطباشير الذى يتداخل فى مسامه ويتماسك باللياف الكولاجين (Collagen fibres) التى يتكون منها الرق .

ولقد هيات للرق طبيعته القلوية وقاية كبيرة من الاصابة بالفطريات التى تعيش فى الأوساط الحمضية ، كما أنها قد هيات له درجة كبيرة من الثبات الكيميائي ، اذ أنه لا يتأثر بالأجواء الحمضية ، الأمر الذى يجعله أكثر ثباتا وبقاء من الجلود .

وبالرغم من أن اللياف الكولاجين التى يتكون منها الرق تعتبر أكثر أنواع المواد البروتينية المعروفة مقاومة للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة ، فقد لوحظ مرارا أن الرق قد تعرض للتلف بفعل هذه الكائنات الحية . . وقد أثبتت بعض الدراسات أن اللياف الكولاجين غير المعالجة بملح الطعام تتعرض للتحلل بفعل الانزيمات التى تفرزها أنواع معينة من البكتريا وخاصة البكتريا المعروفة باسم بسودوموناس (Pseudomonas) كما أثبتت هذه الدراسات أن الرق قد يتعرض أيضا للتلف بفعل الكائنات الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic-micro-Organisms) وقد أرجع ذلك الى أن ألياف الكولاجين التى يتكون منها الرق بصفة أساسية تتعرض عادة لبعض التفكك (depolymerization) أثناء عمليات تجهيز الرق ، وذلك بالإضافة الى أن هناك بعض العوامل الأخرى التى تؤثر على درجة ثبات اللياف الكولاجين كالحرارة ودرجة تركيز أيونات الهيدروجين (PH - Value) وعنده كلها أمور تزيد من مقدرة الكائنات الحية الدقيقة على مهاجمة اللياف الكولاجين .

والواقع أن قابلية الرق للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة تعتمد ليس فقط على طبيعة المواد الخام المصنوع منها وعلى طريقة تصنيعه ، بل تعتمد كذلك على ظروف حفظه . . ولقد ثبت أن التغيرات المفاجئة فى الحرارة والرطوبة والتعرض لتأثير الأشعة فوق البنفسجية قد تتسبب فى حدوث تغيرات فى التركيب البنائى لألياف الكولاجين . . أى أنها تزيد من قابليته للاصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

ولقد استطاع كل من سميروفوسزوك (Smirnowa and Szoce) وحسن أنواع كثيرة من الكائنات الحية الدقيقة من الرق وأثبتا أيضا أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تنسب في نفعه ٠٠ وطبقا للدراسة التي قاما بها فإن الرق يحسب مادة بأنواع معينة من أجناس البنيسليوم والاسبرجيلوس والالترياريا والكلادوسپوريوم (Species of the genus *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* and *cladosporium*.)

ومن ناحية أخرى فقد أثبت كل من الدكتور كوفاليك والسيدة سادورسكا (Dr. Kowalik and Mrs. Sadurska) أن أخطر أنواع التلف التي يتعرض لها الرق تحدث عند إصابته بالكائنات الحية الدقيقة من أجناس الاستربتوميسيس والكلادوسپوريوم والفيزاريوم والافيوستوما والاسكوبولاريوبسيس

(*Streptomyses*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Ophiostoma* and *Sco-pulariopsis*)

ومن هذا كله ننتهي الى القول بأن الرق وإن كان يتميز عن الجلود بمقاومته للإصابة بالفطريات التي تعيش في الأوساط الحضية وبشباته الكيميائي إلا أنه يتعرض للتلف بفعل أنواع أخرى كثيرة من الكائنات الحية الدقيقة ، الأمر الذي يتطلب صيانتة من أخطارها باستخدام الأنواع المناسبة من مبيدات الكائنات الحية الدقيقة ٠٠ وسوف نتناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للتلف .

مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة :

الآن وبعد أن اتضح لنا الجوانب المختلفة للدور الذي تلعبه الكائنات الحية الدقيقة في تلف الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية يحق لنا أن نقول أن مقاومة وإبادة هذه الكائنات ليس من الأمور التي يمكن الاستهانة بها ، بل هي من العمليات المعقدة التي تعددت بشأنها الآراء والتي يمكن إذا لم تتم وفق معايير محددة أن تتسبب في إحداث أضرار جسيمة بهذه المكتبات الحضارية ٠٠ وعلى هذا الأساس نجد أن جميع المراكز المتخصصة في أعمال الصيانة والعلاج قد أجمعت على ضرورة تنفيذ أعمال المقاومة والإبادة وفق أسلوب عمل أوصت باتباعه ٠٠ ويمكن تلخيص هذا الأسلوب في الخطوات التالية :

١ - التفتيش الدوري على الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية للوقوف على مدى إصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٢ - التعرف على جنس ونوع الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى أصيبت به الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .

٣ - الوقوف على طبيعة العلاقة بين الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم التعرف عليه وبين الظروف التى تحفظ أو تخزن فيها الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .

٤ - معرفة هل الفطر أو الكائن الحى الدقيق ما زال نشطاً أم انه قد فقد قدرته على أحداث تلف جديد بالكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية .

٥ - التعرف على طبيعة ونوعية العوز الذى يلعبه الفطر أو الكائن الحى الدقيق الذى تم عزله والتعرف عليه فى تلف الكتب أو المخطوطات أو الوثائق التاريخية .

٦ - التعرف على القابلية النسبية للمواد المستخدمة فى صناعة الكتب والمخطوطات والوثائق للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٧ - اختيار المبيد المناسب لمقاومة وإبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة . . ويتم اختيار المبيد عادة وفق المعايير الآتية : -
(أ) يجب ألا يحدث المبيد المستخدم أية اضرار للكتب أو المخطوطات أو الوثائق المعالجة .

(ب) يجب أن يكون المبيد المستخدم ذات كفاءة عالية بحيث يمكن مقاومة وإبادة الفطريات أو غيرها من الكائنات الحية الدقيقة بجرعات صغيرة .

(ج) يجب أن يكون المبيد المستخدم من المبيدات ذات الأثر المتبقى ويفضل ألا يكون من الأنواع القابلة للتطاير .

(د) يجب أن يكون المبيد المستخدم غير قابل للتميم (non-hygroscohis)

(هـ) يجب ألا يتسبب المبيد المستخدم فى تغيير لون الكتب أو المخطوطات أو الوثائق كما يجب ألا يؤدى الى تبقيها .

(و) يجب أن يكون المبيد المستخدم رخيص الثمن كما يجب أن يكون من الأنواع المتوفرة بالأسواق والتى يمكن الحصول عليها بسهولة .

(ز) يجب أن يتميز المبيد المستخدم بدرجة سمية منخفضة للانسان حتى لا يؤدى القائمين بأعمال المقاومة والإبادة .

وقبل أن ننهي هذه المقدمة الموجزة لابد أن أشير إلى أن أعمال التفتيش الدوري على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تكتسب أهمية كبيرة في هذا المجال . الأمر الذي يحتم مداومة القيام بها وتسجيل نتائجها بحرص بالغ واعتبارها أساسا ودليلا لجميع أعمال المقاومة والإبادة . ومن هذا المنطلق فقد اهتمت مراكز الصيانة والعلاج بأعمال التفتيش الدوري ووضعت لها قواعد التزمت بها ونوصت باتباعها . ومن أهم هذه القواعد ما يلي : -

١ - يجب أن تبدأ عملية التفتيش الدوري بالكتب أو المخطوطات أو الوثائق المتواجدة في الأماكن الرطبة المظلمة . وفي هذه الحالة لا بد أن يفحص كل كتاب أو مخطوطة أو وثيقة فحصا جيدا للوقوف على حالته وتسجيل المظاهر الظاهرة للإصابات الموجودة .

٢ - يجب أن تمتد أعمال التفتيش إلى الكتب والمخطوطات والوثائق المتواجدة تحت ظروف حفظ مختلفة من حيث الرطوبة والتهوية والإضاءة . وفي هذه الحالة يجب أن يفحص أكبر عدد من الكتب والمخطوطات والوثائق . ويفضل التركيز على الكتب أو المخطوطات أو الوثائق الموجودة في أركان وفي وسط حجرات التخزين أو العرض .

٣ - يجب أن تتم أعمال التفتيش والفحص قبل البدء في عمليات المناومة والإبادة ، وذلك حتى يمكن اختيار أفضل الطرق وانسب الوسائل لمقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة .

٤ - يجب أن تتم أعمال التفتيش الدوري والفحص بالإشتراك مع الاختصاصيين في دراسة ومقاومة وإبادة الحشرات .

٥ - يجب عدم الاكتفاء بفحص أغلفة وأكعب الكتب أو المخطوطات أو الوثائق بل يجب أن يمتد الفحص إلى الأجزاء الداخلية منها ، وذلك على أساس أن مظاهر الإصابة بالأغلفة والأكعب قد تزال بالاحتكاك الميكانيكي الذي يحدث عادة عند تناول الكتب والمخطوطات والوثائق ، الأمر الذي يؤدي إلى الوصول إلى استنتاجات خاطئة لا تعبر عن حقيقة الحالة .

وبعد هذه المقدمة الموجزة سوف نتناول بالتفصيل طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة ، وذلك على النحو التالي : -

طرق مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة :

سبق أن أوضحنا أن حجم جزيئات المواد المتبلرة الطبيعية تلعب

الدور الأساسي في تحديد مدى مقاومة هذه المواد للإصابة بالحية الدقيقة ، كما أنها تلعب الدور الرئيسي في تحديد عدد وتنوعية الكائنات الحية الدقيقة التي تستطيع استخدام هذه المواد في عملية التمثيل الغذائي . . . وعلى هذا الأساس فإن معظم أنواع الكائنات الحية الدقيقة قادرة على هضم المواد اللاصقة المستخدمة في عملية تجليد وتغليف الكتب والمخطوطات والورق وكذلك المواد المستخدمة في نظرية وتجهيز الجلود المدبوغة . . . ولذلك نجد أن إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة تنركز في الأغلفة وحول الكتب .

وفيما يخص مواد التشحيم والزيوت التي تستخدم في نظرية وتجهيز الجلود المدبوغة فقد ثبت أنها هي الأخرى تلعب دورا أساسيا في قابلية الجلود للإصابة بالفطريات .

ومن هذا المنطلق ولوقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار التلف بفعل الكائنات الحية الدقيقة فإنه من الضروري معالجة المواد اللاصقة المستخدمة في التجليد والتغليف والمواد المستخدمة في نظرية الجلود بالمبيدات الفطرية والبكتيرية .

وفيما يلي سوف نتناول الطرق المختلفة لمقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة التي تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وأهم المبيدات المستخدمة في هذا المجال . . . وذلك على النحو التالي :

الطرق الكيميائية :

ونعني بها طرق المقاومة والإبادة التي تستخدم فيها المبيدات الفطرية والبكتيرية . . . وأهم المبيدات المستخدمة في هذا المجال هي :

١ - ثلاثي ورباعي وخامسي كلوروفينات الصوديوم
Sodium Trichlorophenate, Sodium tetrachlorophenate and
Sodium Pentachloro phenate

وتستخدم هذه المبيدات بصفة أساسية في معالجة المواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق . . . وهي تستخدم عادة على صورة محلول مائي درجة تركيزه ١٠٪ يضاف الى المواد اللاصقة المستخدمة . . . وقد أثبتت التجارب أن أكثرها فاعلية هو خامسي كلوروفينات الصوديوم .

وخامسي كلوروفينات الصوديوم عبارة عن بودة لونها رمادي فاتح قابلة للذوبان في الماء . . . ومحلوله عديم اللون . . . وقد ثبت أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للورق وأن له أثر متبقى لمدة طويلة وأنه

لا يتحلل بالحرارة وان كان يتأثر بالضوء كما أنه يتحلل في الأوساط الحمضية .

ويستخدم خماسي كلوروفينات الصوديوم على صورة محلول مائي درجة تركيزه ١٠٪ . ٠٠ ويحضر هذا المحلول بإذابة ١٢ جم من بودرة خماسي كلوروفينات الصوديوم في مائة مليلترا من الماء المرشح . ٠٠ وتستمر عملية الإذابة عادة لمدة ثلاث ساعات مع التقليب المستمر . ٠٠ ويجب عدم تخزين المحلول لمدة تزيد عن ثلاثة أيام حيث أن خماسي كلوروفينات الصوديوم يتحول بفعل ثاني أكسيد الكربون الى خماسي كلوريد الفينول الذي لا يذوب في الماء .

ويضاف محلول خماسي كلوروفينات الصوديوم الى المواد اللاصقة المستخدمة بالنسب الموضحة في الجدول الآتي :

نوعية المادة اللاصقة	كمية المحلول الواجب استخدامها بالنسبة للوزن الكلى من المادة اللاصقة مبراً عنها بالنسبة المئوية	عدد المليلترات من المحلول للآي ١٠٪ بالنسبة لكل مائة جرام من المادة اللاصقة
١ - دليق القمح	٠.٢٢	٢
٢ - الغراء الحيواني	٠.٥٥	٥
٣ - دليق البطاطس	٠.٢٢	٢
٤ - الدكسترين	٠.٥٤	٤

(Beta - Naphthol)

٢ - البيتا نافثول :

ويستخدم هذا المبيد بصفة أساسية في معالجة المواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق . ٠٠ ويستخدم عادة على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٠٪ . ٠٠ ويضاف الى المواد اللاصقة بنفس النسب التى يضاف بها خماسي كلوروفينات الصوديوم .

وقد ثبت أن مبيد البيتا - نافثول لا يؤثر على الخواص الميكانيكية لنورق وإن له أثر متبقى لمدة طويلة .

٣ - المركبات الفينولية والكلوروفينولية :

Phenolic and Chlorophenolic Compounds

وقد استخدمت بنجاح كبير في معالجة المواد المستخلصة في تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة ومن أمثلتها :

(أ) بريفنتول ١ (Preventol "1")

وهو عبارة عن ثلاثي الكلوروفينول في الايثانول أمين
(Tricholo Phenol in ethanalamine)

ويستخدم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ٥٪ ، ١٪ .

(ب) خماسي الكلوروفينول (Pentachlorophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائي أو كحولي درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ١٪ . وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد يعتبر من أكثر المبيدات فاعلية في هذا المجال .

(ج) البانايتروشيبنول (P-nitrophenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائي أو كحولي درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ١٪ .

(د) الباراكلوروميثا كريزول (P — Chloro — M — Cresol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائي أو كحولي درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ١٪ .

(هـ) الباراكلوروميثا زيلينول (P — Chloro — M — Xylenol)

وهو يستخدم على صورة محلول مائي أو كحولي درجة تركيزه تتراوح ما بين ٥٪ ، ١٪ .

وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد يعتبر من أكفأ المبيدات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض .

وفيما يخص بمعالجة المواد المستخلصة في تطرية وتجهيز الجلود المدبوغة فقد أثبتت الدراسات الحديثة ان استخدام المبيدات الفطرية والبكتيرية على صورة مزيج من محاليل أكثر من مبيد يكفل وقاية كبيرة للجلود المعالجة ضد الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة يستمر أثرها مدة طويلة من الزمن . . وخاصة في البلدان الحارة والاستوائية . . وفي هذا الخصوص ننصح باستخدام التركيبات الآتية :

- خماسى الكلوروفينول مع البارائيتروفينول بنسب متساوية .
- خماسى الكلوروفينول مع الساليسيل أنيليد (Salicylanilide) بنسب متساوية
- الساليسيل أنيليد مع الداينيترو أورثو كريزول (Dinitro-O-Cresol) بنسب متساوية .
- الساليسيل أنيليد مع البارائيتروفينول (P - nitrophenol) بنسب متساوية .
- خلاصات فيل الزئبق (Phenyl mercury acetate) مع الأورثوفينيل فينوك (O - Phenyl Phenol) والبارائيتروفينول بنسب متساوية .
- الأورثوفينيل فينول مع البنزيل فينول (Benzyl Phenol) بنسب متساوية .
- خماسى كلوفينات الصسؤديوم والبارائيتروفينول والثيمول (Thymol) بنسب متساوية .

٤ - الزيرام (Ziram) :

وتركيبه الكيميائي هو : داي مثيل داي ثيو كارباتات الزنك (Zinc dimethyl dithio Carbamate) ويستخدم الزيرام بصفة أساسية فى وقاية الورق من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة ويتميز الزيرام بأنه عديم اللون والرائحة وأنه يقاوم تأثير الرطوبة .٠٠ ويذاب الزيرام عند درجة حرارة ٧٠ درجة م بالنسب الآتية :

زيرام	جزء واحد
هيدروكسيد الأمونيوم	٣٥ جزء ١٠
ماء	٤٠ جزء ١٠

ثم يضاف الى المحلول الناتج ٣٥٠ جزء ١٠ من الماء .

- وقد أثبتت التجارب أن الزيرام لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للأوراق المعالجة به الا أنه يغير لونها بدرجة ضئيلة جدا .
- ٥ - خليط من الثيمول وكلوريد الزئبق بنسب متساوية يذاب فى مزيج من الاثير والبنزول .

وتستخدم هذه التركيبة الكيميائية فى الوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٦ - الملح الصوديومى لنداي كلوروفين :
(Sodium Salt of dichlorophene)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٧ - لوريل داي مثيل كاربوكسى مثيل بروميد الأمونيوم :
(Lauryldimethyl carboxy methyl ammonium bromide)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

٨ - الملح الصوديومى لخماسى كلوروفينول :
(Sodium Salt of penta chlorophenol)

ويستخدم على صورة محلول مائى للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الكائنات الحية الدقيقة .

٩ - الساليسيل أنيليد
(Salicylanilide)

ويستخدم على صورة محلول فى مزيج من الاسيتون وثلاثى كلور الايثيلين (Trichlorethylene) للوقاية الدائمة للأوراق القديمة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

١٠ - أكسيد الايثيلين :
(Ethylene oxide)

ويستخدم فى خزانة تبخير مفرغة الهواء للإبادة اللحظية للكائنات الحية الدقيقة التى تصيب الورق والبردى .

١١ - باراكلوروميتا كريزول :
(P — Chloro — m xyleneol)

ويستخدم على صورة محلول كحولى بدرجة تركيزه ٥٠ ٪ .
ويستخدم هذا المحلول لوقاية الرق والجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة بواقع مئيلترين لكل ١٠٠ سم^٢ من الرق .
وقد أثبتت التجارب أن هذا المبيد لا يؤثر على الخواص الميكانيكية للرق المعالج به .

١٢ - باراكلوروميتا زيلينول
(P — Chloro m xyleneol)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولى بدرجة تركيزه

١٠ - / لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . ويتميز هذا المبيد بأنه يتسامى ببطء شديد جدا .

١٣ - فينيل بورات الزئبق (Phynyl mercuri borate)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولي درجة تركيزه ٥٠ - / لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض .

١٤ - الداي كلوروداي هيدروكسي داي فنيل ميثان :

(Dichloro dihydroxy dīphenyl methane)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولي درجة تركيزه ١ - / لوقاية الجلود المدبوغة من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة . . ويعتبر هذا المبيد من أفضل المبيدات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض .

١٥ - فلوريد الصوديوم : (Sodium fluoride)

ويستخدم بطريقة الرش على صورة محلول كحولي درجة تركيزه ١ - / لوقاية الجلود المدبوغة بأملح الكروم من أخطار الإصابة بالكائنات الحية الدقيقة .

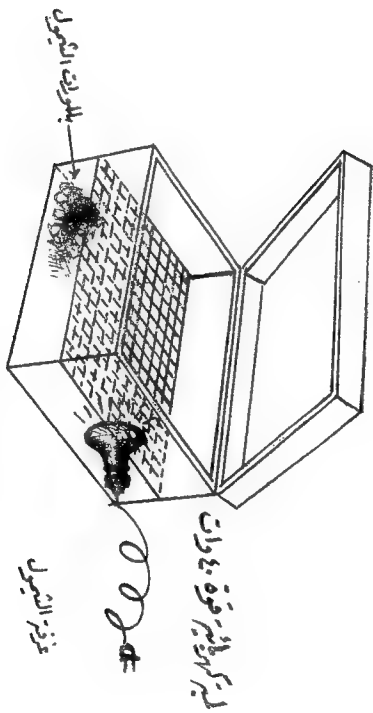
١٦ - الباراداي كلوروبنزين (البارادكس) :

ويستخدم على هيئة كرات صغيرة توضع في خزائن العرض . . وهذا المبيد رخيص الثمن ولا يترتب على استخدامه حدوث مشاكل جانبية .

١٧ - أبخرة الثيمول (Thymol)

يعالج الورق والبردي والرق والجلود المدبوغة من الإصابة بالظريات بتعرضها لأبخرة الثيمول فيما يمكن أن يسمى بفرقة الثيمول . وعلمه الغرفة عبارة عن صندوق محكم الغلق في وسطه رف على هيئة شبكة من النايلون توضع عليه الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها ، وبني أحد أركانها السفلي توضع لمبة كهربائية قوة ٤٠ فولت تنبعث منها حرارة كافية لتسامى بللورات الثيمول (انظر الرسم) .

ويستخدم الثيمول بواقع ٣٠ جم لكل ١٦ قدما مسطحا من الورق أو البردي أو الرق أو الجلد . . ويكفي اضاءة اللبة الكهربائية لمدة ساعتين يوميا . . وتستمر فترة المعالجة مدة ١٤ يوما متصلة . . والواقع أن نجاح هذه الطريقة يعتمد على درجة تركيز أبخرة الثيمول والمحكم في الحرارة المنبعثة من اللبة الكهربائية .



أما في الحالات التي يتطلب الأمر فيها مداومة عملية الرقاية من الفطريات ، فيمكن اتباع الطريقة الآتية :

يجهز عدد من أوراق النشاف بمقاس الكتب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها وتفسر في محلول من التيمول الذائب في الكحول ، ثم ترفع لتجف ٠٠ وبعد ذلك تحفظ الكتب والمخطوطات والوثائق بوضعها بين هذه الأوراق .

١٨ - أبخرة الفورمالدهيد (الفورمالين) :

(أ) تبخير صالات العرض والمخازن : يشترط أن تكون صالات العرض والمخازن محكمة الغلق ٠٠ ويتولد غاز الفورمالدهيد بإضافة مادة الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم على النحو التالي :

يضاف حوالي نصف كيلو من الفورمالدهيد السائل الى ١٥ جم من برمنجنات البوتاسيوم في وعاء من الصيني ٠٠ ثم يوضع الوعاء في أحد جوانب الغرفة بعد إحكام غلقها لمدة ٢٤ ساعة ٠٠ وتكفي هذه الكمية لتبخير غرفة حجمها ٥٠٠ متر مكعب .

(ب) تعقيم الكتب والمخطوطات والوثائق المصابة :

وتتم عملية التعقيم بتعريض الكتب والمخطوطات والوثائق لأبخرة الفورمالدهيد التي تتولد بإضافة الفورمالدهيد الى برمنجنات البوتاسيوم على النحو السابق ذكره في خزانة تبخير محكمة الغلق لا تقل درجة الحرارة بداخلها عن ١٦ درجة م وعلى أن تكون نسبة الرطوبة بها أكثر قليلا من ٦٠٪ وذلك لمدة ١٢ ساعة على الأقل .

وبعد انتهاء فترة العلاج لابد أن تظل الكتب أو المخطوطات أو الوثائق معرضة للهواء لمدة ساعات .

والواقع أن اختيار المبيد المناسب لحالة معينة يعتبر من أهم الأمور التي يجب أن ينشغل بها القائمون بأعمال مقاومة وإبادة الكائنات الحية الدقيقة وذلك على أساس أن المبيدات الفطرية والبكتيرية تختلف وفي درجة كفاءتها ، كما أن لكل واحد منها آثاره الجانبية التي قد تضر بالكتب والمخطوطات والوثائق التي يراد علاجها ٠٠ ولهذا السبب لا يجب استخدام المبيد إلا بعد التأيق من كفاءته والتأكد من أنه لن يضر بالحالة المطلوب علاجها ٠٠ ولئن يتأتى ذلك إلا بالدراسة العملية للمبيدات المقترحة استخدامها .

وفي هذا الصدد يهمني أن أضع بين يدي القارئ منهج وأسلوب

الدراسة التي قام بها بلياكوفنا (L. A. Belyakova) لاختيار المبيدات المناسبة لوقاية المواد المستخدمة في تطرية الجلود والمواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق من الإصابة بالفطريات وذلك حتى تكون أسلوب عمل ودليلا معينا للعاملين في هذا المجال .

أولا : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد المستخدمة في تطرية الجلود القديمة من الإصابة بالفطريات .

مواد التطرية المستخدمة :

١ - زيت النيتسفوت (Neat's foot oil)

٢ - اللانولين

٣ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم

٤ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
لانولين	٣٠ جم

٥ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية ::

زيت النيتسفوت	٢٥ %
زيت محركات	٦٠ - ٦٥ %

(خليط من القطعة الخامسة والقطعة

الثانية بنسبة ٥ : ١)

سيريسين	٧ - ١٠ %
شمع نحل	٣ - ٥ %

المبيدات الفطرية المستخدمة :

١ - خماسي كلورفينات الصوديوم

(Sodium Penta chlorophenate)

٢ - بار'نيتروفينول (P — nitro Phenol)

٣ - مزيج من خماسى كلورفينات الصوديوم والبارانيتروفينول
بنسب متساوية .

٤ - ثيمسول (Thymol)

ويستخدم المبيد اما على صورة محلول مائى أو محلول كحولى .

• عينات الجلود المستخلصة :

١ - جلد ماعز حديث مصقول ومغطى بطبقة من الكازين .

٢ - جلد ماشية يافعة مدبوغ .

٣ - جلد مأخوذ من أغلفة كتب قديمة .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الجلود بطول ٥ سم وبعرض يتراوح ما بين ١٠ ،
١٢ سم ثم حقنت بمزرعة نقية من فطر البنيسليوم ريكيوفورتى
(*Penicillium reque forti*) . وبعد مرور مدة تتراوح ما بين
خمسة وسبعة أيام على النمو الفطرى بعينات الجلد عولجت بمواد التطرية
السابق الاشارة اليها بعد ان اضيفت اليها المبيدات الفطرية . . . وأخيرا
علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين
سبوع واثنين واثلاثين أسبوعا .

النتائج :

فترة تعرض الجلود المعالجة للرطوبة (مقدرة بالاسبوع)										نوعية المعالجة
٣٣	٢٥	٢١	١٦	١٢	٨	٥	٣	١		
							٣	٣		عينة جلد غير معالجة بمواد التطرية
٥	٤	٥	٣	٥	٥	٥	٥	٥		عينة جلد معالجة بمواد التطرية دون إضافة الليبيات التطرية .
٣	٥	٤	٣	٣	٣	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية تمتوى على خماسي الكلوروفينات على هيئة بودرة بنسبة ٥٠٪
٣	٣	٣	١	٣	٣	١	١	١		عينة جلد معالجة بمواد التطرية تحتوى على خماسي الكلوروفينات على هيئة بودرة بنسبة ١٪
٥	٥	٥	٣	٤	٥	٣	٤	٣		عينة جلد مبللة بآباء ومعالجة بمسود التطرية دون إضافة الليبيات التطرية .
٣	٥	٥	٤	٥	٥	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من الليبيات التطرية ومبللة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيز ٥٠٪
٣	٥	٣	٤	٣	٣	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية خالية من الليبيات التطرية ومبللة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ١٠٪
٥	٥	٥	٣	٤	٥	٣	٤	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية مزوجة بآباء وخالية من الليبيات التطرية .
٣	٤	٣	٤	٥	٣	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية مزوجة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ٥٠٪
٣	٣	١	٣	٣	١	١	١	١		عينة جلد معالجة بمواد تطرية مزوجة بمحلول من خماسي الكلوروفينات درجة تركيزه ١٪
٥	٤	٥	٤	٤	٥	٣	٣	٣		عينة جلد معالجة بمواد تطرية تحتوى على الشيمول بنسبة ٢٪ . ولد الضيف الشيمول الى مواد التطرية على هيئة محلول درجة تركيزه ٢٠٪

جدول (١) :

يوضح مدى كفاءة المبيدات الفطرية في إبادة فطر البنسيليوم.
ريكوفورتى الذى حقنت به العينات المأخوذة من جلد الماعز ٠٠ وقد عزلت .
عينات الجلد بمواد التطرية والمبيدات الفطرية بعد مرور سبعة أيام على
النمو الفطرى بها ٠٠ ويتضح من هذا الجدول أيضا مدى مقاومة الحنود
المعالجة للاصابة بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نمو فطرى .
- أو = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطرى وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطرى ينطى سطح عينة الجلد بأكمله .

★ ★ ★

عينات من جلود قديمة				عينات من جلود حديثة				محتوى مواد التطرية من البكتات الفطرية وتنوعا بالنسبة للنوعية
فترة تعريض الجلود للمعالجة بمواد التطرية للرطوبة مقبلة بالتسبوع .				فترة تعرض عينات الجلود للمعالجة بمواد التطرية للرطوبة مقبلة بالتسبوع .				
٣٠	١٢	٥	١	٣٠	١٢	٥	١	
٤	٥	٥	٥	٥	٥	٥	٥	صفر
٣	٤	٤	٤	٤				١
٢	٤	١	٣	٣	٣	٢	١	٢
١	٣	٢	٣	٢	٢	١	١	٣
١	٢	١	٢	١	٢	١	١	٤
١	٢	-	١	١	٢	-	١	٥

جدول (٢) :

يوضح مدى كفاءة مبيد خماسي الكلوروفينات
(Pentachloro phenate)

الذي أضيف الى مواد التطرية بنسبة تتراوح ما بين ١% ، ٥% في اباداة فطر
البكتيسليوم ريكوفورتى الذى حقنت به عينات الجلود . . وقد عولجت
بمواد التطرية المضاف اليها المبيد بعد مرور خمسة أيام على النمو الفطرى
بها . . ويتضح من هذا الجدول أيضا مدى مقاومة الجلود المعالجة للاصابة
بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نمو فطرى .
- أر = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطرى فى مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطرى ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطرى وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطرى يغطى سطح عينة الجلد بأكمله .

محتوى صندوق المتكون من الجيد الانطري من والثنية المثوية										البيد الانطري
فترة تاريخي سنة ١٩٤٥ الى ١٩٤٦ ملفلة بالايام										
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	
١	٥	٥	٥	٤	٤	٢	-	-	-	عينة جلد معالجة بمواد التطرية الحالية من الجيد ٥
٢	٤	٤	٤	٣	٣	١	-	-	-	عينات جلد معالجة بمواد التطرية للصلاب اليها عيب خماسي كلورو - فينيلات السود ٥
٣	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
٤	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
٥	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	(Sodium Pentachloro Phenate)
٦	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
٧	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
٨	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
٩	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
١٠	١	١	١	١	١	١	-	-	-	عينة جلد معالجة بمواد التطرية الصلاب اليها عيب البارائيتروفيونول
١١	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
١٢	٥	٥	٥	٣	٣	١	-	-	-	عينات جلود معالجة بمواد التطرية الصلاب اليها خليط من خماسي الكلورو - فينيلات والبارائيترو - فينول بنسب متساوية
١٣	٣	٣	٣	١	١	١	-	-	-	
١٤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

جدول (٣) :

يوضح الكفاءة النسبية لمبيد خماسي الكلوروفينيلات والبارائيتروفيونول
في اباداة فطر البينيسليوم ريكوفورتى الذى حققت به عينات الجلد ٥٥
وقد اضيفت المبيدات الى مواد التطرية المستخدمة في علاج الجلود كل
واحد منها على حدة ثم على صورة خليط بنسب متساوية من المبيدين
المذكورين ٥٥ ويتضح من الجدول ايضا مدى مقاومة الجلود المعالجة
للأصابة بالفطريات .

الرموز :

- (١) = عدم حدوث نمو فطري .
- أو = حدوث نمو فطري في مواضع قليلة جدا ومتفرقة .
- (٢) = حدوث نمو فطري في مواضع قليلة .
- (٣) = حدوث نمو فطري ملحوظ .
- (٤) = حدوث نمو فطري وفير .
- (٥) = حدوث نمو فطري ينطى سطح عينة الجلد بأكمله .

الاستنتاجات :

- ١ - يتضح من الجدول (١) أن معالجة الجلود بمواد التطرية تزيد من قابليتها للإصابة بالفطريات . وعلى ذلك يجب معالجة مواد التطرية بالمبيدات الفطرية .
- ٢ - يتضح من الجدول (١) أن المبيدات الفطرية المستخدمة لا تكفل وقاية الجلود من الإصابة بالفطريات . وأن الثيمول هو أقل المبيدات الفطرية كفاءة في هذا المضمار .
- ٣ - يتضح من الجدول (٢) أن مبيد خماسي الكلوروفينات لا يكفل وقاية الجلود من الإصابة بالفطريات حتى ولو أضيف إلى مواد التطرية بنسبة تصل إلى ٥٪ . وأن كفاءة هذا المبيد تظل واحدة سواء أضيف إلى مواد التطرية على صورة محلول أو على هيئة بودرة .
- ٤ - يتضح من الجدول (٣) أن إضافة مخلوط بنسب متساوية من كل من خماسي الكلوروفينات والبارانثيروفينول إلى مواد التطرية لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الإصابة بالفطريات .
- ٥ - يتضح من الجدول (٣) أن إضافة مبيد خماسي الكلوروفينات إلى مواد التطرية بنسبة تصل إلى ١٠٪ لا يكفل وقاية الجلود المعالجة من الإصابة بالفطريات .
- ٦ - يتضح من الجدول (٣) أن إضافة مبيد البارانثيروفينول إلى مواد التطرية يكفل وقاية الجلود المعالجة من الإصابة بالفطريات .
- وعلى ذلك ينصح بلياكوتا بإضافة مبيد البارانثيروفينول إلى مواد التطرية المستخدمة في علاج الجلود القديمة وذلك بنسبة ١٪ بالوزن .

ثانيا : اختيار المبيد المناسب لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة في
التغليف والتجديد من الإصابة بالفطريات .

المواد اللاصقة المستخدمة :

- ١ - عجينة دقيق القمح .
- ٢ - عجينة دقيق البطاطس .
- ٣ - الدكسترين .
- ٤ - الغراء الحيواني .

المبيدات الفطرية المستخدمة :

- ١ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات .
 - ٢ - الملح الصوديومي لخصاسي الكلوروفينات .
- وتضاف هذه المبيدات الى المواد اللاصقة على صورة محلول .
- كحولي .
- ٣ - البيتانافنول .

وتضاف الى المواد اللاصقة على صورة محلول كحولي .

عينات الورق المستخدمة :

- ١ - ورق ترشيح .
- ٢ - ورق مصنوع من الخرق البالية .
- ٣ - ورق جرائد .
- ٤ - ورق طبشاعة مصقول مصنوع من الياف من السيلولوز
الخالص .
- ٥ - ورق مصنوع بطريقة يدوية من الخشب المحسّن .
- ٦ - ورق كرتون .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من الورق بطول ٢٢ سم وعرض ٤ ثم حقنت بمزعة.
نقية من فطر البنيسليوم ريكوفورتى (*Penicillium requeforti*)
ثم دهنت بالمواد اللاصقة المضاف اليها المبيدات الفطرية .. وأخيرا علقت
في صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أسبوع
وأربعة عشر أسبوعا .

النتائج :

- ١ - فيما يتعلق بعجينة دقيق القمح نجد أن الملح الصوديومي لرباعي الكلورو - فينات هو أكثر المبيدات فعالية بينما نجد أن البيتانافثول هو أقلها فاعلية .
- ٢ - فيما يتعلق بوقاية ورق الترشيح المعالج بالمواد اللاصقة من الإصابة بالفطريات نجد أن الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات والملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات يتساويان في درجة فاعليتهما شمع الإصابة بالفطريات .
- ٣ - فيما يتعلق بوقاية ورق الطباعة المعالج بالمواد اللاصقة من الإصابة بالفطريات نجد أن فاعلية الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات لمنع الإصابة بالفطريات تزيد كثيرا عن فاعلية البيتانافثول .
- ٤ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالفراء الحيواني من الإصابة بالفطريات بينما البيتانافثول هو أقلها .
- ٥ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بعجينة دقيق البطاطس من الإصابة بالفطريات على أن يضاف إلى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٤٥ ٪ .
- ٦ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات هو أكثر المبيدات فاعلية لوقاية الأوراق المعالجة بالدكسترين من الإصابة بالفطريات على أن يضاف إلى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ٧٥ ٪ .
- ٧ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات يكفل وقاية تامة للأوراق المعالجة بالفراء الحيواني من الإصابة بالفطريات إذا أضيف إلى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ١٠ ٪ .
- ٨ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات يقي الأوراق المعالجة بالفراء الحيواني من الإصابة بالفطريات إذا أضيف إلى المادة اللاصقة بنسبة لا تقل عن ١٦٥ ٪ .

ولما كانت عجينة دقيق القمح تعد من أكثر المواد اللاصقة استخداما في عملية تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات فإنه يعني أن أضع بين يدي القارئ النتائج الكاملة للدراسات التي أجريت بشأن وقايتها من الإصابة بالفطريات ، وذلك على النحو التالي :

[illegible]

وعلى ذلك يرى بلياكوف أن أنسب المبيدات الفطرية لوقاية المواد اللاصقة المستخدمة في تغليف وتجليد الكتب والمخطوطات والوثائق هو الملح الصوديومي لخصاسي الكلوروفينات ويرى اضافته الى المواد اللاصقة بالنسب المثوية الآتية (مقدرة بالنسبة للوزن الكلى للمادة اللاصقة) .

١٪	الفراء الحيوانى
٠.٧٥٪	الدكسترين
٠.٤٥٪	عجينة دقيق البطاطس
٠.٤٪	عجينة دقيق القمح

ثالثا : اختبار المواد المستخدمة فى لصق الخلفة الكتب والمخطوطات الجلدية للوقوف على مدى قابليتها للإصابة بالفطريات .

المواد اللاصقة المستخدمة :

- ١ - الاثيل سليولوز (Ethylcellulose) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٢ - البوتفار (Butvar) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٣ - خلاص الفينيل المبلعمة (Polyvinyl acetate) على صورة محلول كحولى درجة تركيزه ٣٠٪ .
- ٤ - كحول البولى فنيل (Polyvinyl alcohol) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ١٥٪ .
- ٥ - البولى مثيل اكريلات (Polymethylactylate) على صورة محلول مائى درجة تركيزه ٢٩٪ .

طريقة العمل : (Experimental Procedure)

أخذت عينات من جلود الماعز بمقاسات مناسبة وعولجت بالمواد اللاصقة ثم حقنت بمزعة نقية من فطر البنسليوم ديكوفورتى (*Penicillium requereforti*) وأخيرا علقت فى صندوق محكم الغلق مشبع تماما بالرطوبة لمدة تتراوح ما بين أربعة أيام وأربعة وخمسين يوما .

الفترة التي عرشت فيها الجلود المعالجة للرطوبة بالأيام						كيفية المعالجة
٤	٥	٩	١٢	٢٠	٢٤	
١	٢	٣	٤	٥	٥	عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة .
-	-	-	١	١	١	عينة جلد معالجة بمعلول كحول من الأثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ .
-	-	-	١	٢	٣	عينة جلد معالجة بمعلول كحول من البوتنار درجة تركيزه ١٥٪ .
-	-	-	١	٢	٢	عينة جلد معالجة بمعلول كحول من غلات القليل المبلرة درجة تركيزه ٣٠٪ .
-	١	٤	-	٥	-	عينة جلد معالجة بمعلول مسائي كحول البولي فينيل درجة تركيزه ١٥٪ .
-	١	٢٢	٣	٥	٥	عينة جلد معالجة بمعلول مائي من الأثيل سليولوز درجة تركيزه ٢٩٪ .

جدول (١) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الخارجية بالمواد اللاصقة للإصابة بالفطريات .

الرموز :

(-) عدم حدوث نمو فطري .

(١) = حدوث نمو فطري في مواضع ضئيلة جدا ومتفرقة .

(٢) = حدوث نمو فطري في مواضع قليلة .

(٣) = حدوث نمو فطري ملحوظ .

(٤) = حدوث نمو فطري وفير .

(٥) = حدوث نمو فطري يغطي سطح عينة الجلد بأكمله .

الفترة التي عرّضت فيها الجلود للمعالجة للرطوبة بالأيسام		كيفية المعالجة
٢٧	١٢	
٣	١	عينة جلد معالجة بمحلول كحول مسن الاذيل سليولوز درجة تركيزه ١٥٪ .
٣	٢	عينة جلد معالجة بمحلول كحول مسن البوتانول درجة تركيزه ١٥٪ .
٤	٣	عينة جلد معالجة بمحلول كحول مسن خلات الفثيل الملمرة درجة تركيزه ٣٠٪
٥	٤	عينة جلد معالجة بمحلول مائي من كحول البولي فينيل درجة تركيزه ١٥٪ .
٥	٣	عينة جلد معالجة بمحلول مائي من البولي مثيل اكريلات درجة تركيزه ٢٩٪ .
٥	٢	عينة جلد غير معالجة بالمواد اللاصقة

جسول (٢) :

يوضح مدى مقاومة الجلود المعالجة أسطحها الداخلية بالمواد اللاصقة
للاصابة بالفطريات .

الرموز :

- ١ - حدوث نمو فطري في مواضع ضئيلة جدا وعنفرة .
- ٢ - حدوث نمو فطري في مواضع قليلة .
- ٣ - حدوث نمو فطري ملحوظ .
- ٤ - حدوث نمو فطري وفير .
- ٥ - حدوث نمو فطري يغطي سطح عينة الجلد بأكمله .

الاستنتاجات :

- ١ - يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول

الكحولى للاثيل سليولوز قد زاد من مقاومتها للاصابة بفطر
البنيسليوم ريكونفورتى *

٢ - يتضح من الجدول (١) . (٢) ان معدل نمو فطر البنيسليوم
ريكونفورتى على الجلود المعالجة بالمحلول الكحولى لكل من البوتقار
وخلات الفينيل المبلرة قد نقص *

٣ - يتضح من الجدول (١) . (٢) أن معالجة عينات الجلد بالمحلول
المائى لكل من كحول البولى فنىل والبولى مثيل اكريلات قد قلل من
مقاومة الجلد للاصابة بالفطريات ٠٠ ويلاحظ أن معدل نمو الفطر
على العينات المعالجة بالمحلول المائى لهاتين المادتين قد زاد عن معدل
نموه على العينات غير المعالجة بالمواد اللاصقة *

وعلى ذلك فقد انتهى بلياكوف الى القول بأن التثيل سليولوز يتميز
الى درجة كبيرة بعدم قابليته للاصابة بالفطريات ، وعلى ذلك فانه يوصى
باستخدامه فى لصق أغلفة الكتب والمخطوطات الجلدية *

الطرق البيئية :

كما لا شك فيه ان مقاومة وازادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية
الدقيقة سواء بالطرق الكيميائية أو بالطرق الطبيعية لها مخاطرها ، الأمر
الذى يجعل طرق المقاومة البيئية من أنسب وأفضل الطرق لوقاية مقتنيات
دور الكتب والأرشيف والوثائق وغيرها من المتاحف الأثرية من اختطار
الاصابة بالكائنات الحية الدقيقة *

وتتلخص طرق المقاومة البيئية فيما يأتى :

١ - ترتبط اصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالكائنات الحية الدقيقة
وخاصة الفطريات بزيادة الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب
والأرشيف والوثائق التاريخية عن الحد المأمون ، ففرص نمو
الفطريات على مواد مثل الفراء والجلود والرق والورق والبردى وغير
ذلك من المواد العضوية تتزايد بتزايد الرطوبة النسبية ٠٠ بل انه
يمكن القول بأن نمو الفطريات هو دلالة كافية على زيادة الرطوبة
النسبية عن الحد المأمون *

ولقد أثبتت كثير من التجارب أنه يمكن إيقاف نمو الفطريات
إذا ما كانت الرطوبة النسبية فى أجواء دور الكتب والأرشيف
والوثائق لا تزيد عن ٦٥٪ فى حدود درجات الحرارة التى تتراوح
بين ١٦ ، ٢٤ درجة مئوية ، وبهذا تكون هذه النسبة هي الحد

الأعلى المسموح به إذا ما أردنا وقاية الكتب والمخطوطات والوثائق من أخطار الإصابة بالفطريات .

٣ - أثبتت التجارب أن خزانات العرض والتخزين محكمة الغلق تكمل عدم تزايد الرطوبة النسبية في أجوائها عن الحد المأمون . ولذلك فإن الاحتفاظ بالكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات محكمة الغلق يقلل من فرص إصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٣ - أثبتت التجارب أن التهوية الجيدة تساعد كثيرا على انضباط الرطوبة النسبية والاحتفاظ بها في الحدود المأمونة . وعلى ذلك فإن مداومة تهوية أجواء دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية يقلل من احتمال إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٤ - أثبتت التجارب أن الأتربة بالإضافة الى كونها تؤدي الى تشويه مظهر الكتب والمخطوطات والوثائق فإنها تعمل كمنايت للفطريات ، وعلى ذلك فإن مداومة أعمال النظافة يقلل من احتمال إصابة مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق من أخطار الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٥ - أثبتت التجارب أن الحموضة الزائدة من أسباب إصابة الكتب والمخطوطات والوثائق بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، وعلى ذلك فإن إزالة الحموضة الزائدة والاحتفاظ بالكتب والمخطوطات بعيدا عن تأثير الشوائب الغازية الحمضية في أجواء المدن الصناعية عن طريق وضعها في خزانات محكمة الغلق يقلل من احتمالات إصابتها بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٦ - في حالة دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية الموجودة بالمدن الساحلية القريبة من البحار حيث يكون الهواء محملا بالرطوبة والذرات الدقيقة للأملح ، وهي من الأسباب الرئيسية لنمو الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، فإنه من الضروري وضع الكتب والمخطوطات والوثائق في خزانات محكمة الغلق وعدم تركها على أرفف مكشوفة . حتى يمكن وقايتها من أخطار الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

٧ - مداومة أعمال التفتيش الدورى على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية للوقوف على حالتها وحتى يمكن عزل الكتب والمخطوطات والوثائق المصابة وتمم صالات العرض والمخازن فى الوقت المناسب .

وفى نهاية الحديث عن عوامل التلف البيولوجى وطرق مقناومها وابطادتها وبعد أن اتضح لنا الجوانب المختلفة لهذا الموضوع ، أجد أن خير ما أختتم به هذا الباب هو أن أقدم للقارىء اتجاهات ونتائج الدراسة القيمة التى أجراها بيلايا (I. K. Belaya) لمعرفة تأثير كل من الأشعه فوق البنفسجية قصيرة الموجة وبعض المبيدات الفطرية والبكتيرية الشائعة الاستعمال على الورق ، وذلك حتى نقف على نتائجها ونسترشد بها عند التصدى لمشكلة اختيار أنسب الطرق وأفضل المواد لإبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، بما يكفل عدم تعريض سلامة الكتب والمخطوطات والوثائق للخطر .. وذلك على النحو التالى :

أولا - تأثير بعض المبيدات الشائعة الاستعمال على الورق :

من الثابت أن المركبات الكيميائية المستخدمة كمبيدات فطرية وبكتيرية لها تأثيراتها الضارة على أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق . من حيث كونها تؤدى ليس فقط الى حدوث نقص فى متانة الأوراق بالمعالجة بها ، بل انها تتسبب أيضا فى تغير لونها كلما ازدادت قديما .

وعلى ذلك فقد اهتم بيلايا بدراسة تأثير عدد من أكثر المبيدات استخداما فى عملية إبادة الفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة وذلك بفرض اختيار أقلها اتلافا للورق .

ومن ناحية أخرى ولما كان بيلايا مهتما بمعرفة مدى التلف الذى يحدث للأوراق المعالجة بهذه المبيدات الفطرية والبكتيرية كلما زدادت قديما ، فقد حرص على إجراء عمليات اسراع صناعى فى التقدم للأوراق المعالجة .

ولما كانت قياسات مدى تحمل الورق للطحى ودرجة الحموضة هى أكثر القياسات تعبيرا عن مدى التلف الذى يتعرض له الورق ، فقد قام بيلايا

تجربتي بحمل الأوراق المعالجة للطي ودرجة حموضتها بعد فترة من المعالجة . ثم بعد أن أجريت ليا عمليات اسراع صناعي في القند .

المبيدات المستخدمة :

١ - الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات $(C_5Cl_5ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ٠.١ % ، ٠.٠٢ % ، ٠.٠٤ % .

٢ - الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات $(C_5HCl_4ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ٠.٤ % .

٣ - الملح الصوديومي لثلاثي الكلوروفينات $(C_6H_2Cl_3ONa.nH_2O)$
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ١ % .

٤ - هيدروكسي بيفينات الصوديوم $(C_{12}H_8ONa.3H_2O)$
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ٠.١ % ، ٠.٠٤ % .

٥ - فوسفات اثيل الزئبق $(Ethylmercury phosphate C_2H_5HgPo_4)$
على صورة محلول مائي بنسبة تركيز ٠.٠٠٢ % .

٦ - فلوروسيليكات الأمونيوم $(Ammonium fluoro silicate (NH_4)_2SiF_6)$
على صورة محلول مائي بنسب تركيز مختلفة هي : ١ % ، ٠.١ % ، ٠.٠٢ % .

٧ - البيتانافثول
على صورة محلول كحول درجة تركيزه ٢٥ % .
ولعلاج الورق يؤخذ مليلتران من هذا المحلول ويضاف اليهما ٩٨ مليلترا من الماء ، على أن يرج المحلول الناتج بشدة قبل الاستعمال .

اسلوب العمل : (Experimental procedure)

١ - شبت عينات الورق بمحاليل المبيدات الفطرية والبكتيرية ثم جفت في الهواء .

٢ - بعد مرور خمسة أيام على عملية المعالجة أجريت لعينات الورق قياسات مدى تحملها للطي وقدرت درجة حموضتها .

٣ - للوقوف على مدى التلف الذي تتعرض له الأوراق المعالجة كلما

ازدادت قلعا ، أجريت ليعينات الورق عمليات اسراع صناعي في
القدم في جو رطب . وذلك لمدة ١٢٠ ساعة عند درجة حرارة ٨٠
درجة مئوية وفي جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ثم قدر مدى تحملها
للطلي وقيست درجة حموضتها .

النتائج :

درجة المهوضة مقدرة بالقيمة الاسي الهيدروجيني	التغير في مدى تحمل عينات الورق للطلي مقفرا بالنسبة القوية .	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطلي مقفرا بعد مرات الطلي المزدوجة .	المعالجة
٦٦٠		١٥٥٢	عينة ورق غير معالجة
٧٥٠	نقص بمقدار ١٤٥	١٣٠	عينة ورق معالجة بمحلول البيتاتافنول نسبة تركيزه ٠.٥ ٪ .
٦٢١	نقص بمقدار ٢٤	١٤٧	عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات الجيل الزئبق نسبة تركيزه ٠.٠٢ ٪ .
٥١٠	زاد بمقدار ٣٣١	١٩٢	عينة ورق معالجة بمحلول من فلورسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ٠.١ ٪ .
٥١٠	زاد بمقدار ٢٨١	٢١٠	عينة ورق معالجة بمحلول من فلورسليكات الأمونيوم نسبة تركيزه ٠.١ ٪ .
٩٣٢		—	عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١ ٪ .
٧٥٠	نقص بمقدار ٧٤	٤٠	عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠.٤ ٪ .
٨٥٩	نقص بمقدار ٥٦	٠٦٧	عينة ورق معالجة بمحلول من السليج الصوديومي لتلالي كلورالفيئات نسبة تركيزه ١ ٪ .
٧	نقص بمقدار ٤٣٨	٠٨٧	عينة ورق معالجة بمحلول من السليج الصوديومي لرباعي كلورو الفينات نسبة تركيزه ٠.٤ ٪ .
٦٨٠	زاد بمقدار ١٨٤	١٨٠	عينة ورق معالجة بمحلول من السليج الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٢ ٪ .
٦٩٠	زاد بمقدار ٦٥	١٦٢	عينة ورق معالجة بمحلول من السليج الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠.٤ ٪ .

جدول (١) يوضح لياسات مدى تحمل الطلي ودرجة المهوضة ليعينات مأخوذة من ورق الترشيح .

المعالجة	مدى تحمل عينات الورق المعالجة للظلي مقدرا بعدد مرات الطي المترددة .	التأثير في مدى تحمل عينات الورق للظلي مقدرا بالنسبة للقوية .	نوعية الحموضة مقدرة بقيمة الأس الهيدروجيني
عينة ورق غير معالجة	٨٥٨		٤.٩٠
عينة ورق معالجة بمعلول من البيتا نافتول نسبة تركيزه ٥٠٪ +	٩٨٢	زاد بمقدار ١٠.٩٪	٤.٩٣
عينة ورق معالجة بمعلول من فوسفات الجليز الترقيق نسبة تركيزه ٢٠.٠٠٪ +	١٠١٧	زاد بمقدار ١٤.٩٪	٥.٣٣
عينة ورق معالجة بمعلول مسن فلوروسيليكات الألومنيوم نسبة تركيزه ١٪ +	١٥١٨	زاد بمقدار ٧٩.٥٪	٤.١٥
عينة ورق معالجة بمعلول من فلوروسيليكات الألومنيوم نسبة تركيزه ١٠٪ +	١٩٨١	زاد بمقدار ١٣٣.٨٪	٤.١٥
عينة ورق معالجة بمعلول من هيدروكسي بيغيات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ +	٥٧٨	نقص بمقدار ٣٤.٣٪	٨.٨٥
عينة ورق معالجة بمعلول من هيدروكسي بيغيات الصوديوم نسبة تركيزه ١٠٪ +	٦٩٠	نقص بمقدار ٢٢.٩٪	—
عينة ورق معالجة بمعلول من هيدروكسي بيغيات الصوديوم نسبة تركيزه ١٠٪ +	٦٠٠	نقص بمقدار ٣٣٪	٧.٣٠
عينة ورق معالجة بمعلول من الكلج الصوديومي لثلاثي الكلور فينات نسبة تركيزه ١٪ +	٧٥٣	نقص بمقدار ١٤.٢٪	—
عينة ورق معالجة بمعلول من الكلج الصوديومي لرباعي كلورو الفينات نسبة تركيزه ١٠٪ +	١١٤٠	زاد بمقدار ٢٨.٧٪	—
عينة ورق معالجة بمعلول من الكلج الصوديومي خماسي الكلور فينات نسبة تركيزه ١٪ +	٧٥٣	نقص بمقدار ١٣.٣٪	—
عينة ورق معالجة بمعلول من الكلج الصوديومي خماسي الكلور فينات نسبة تركيزه ١٠٪ +	٨٦٨	نقص بمقدار ٢٪	٦.٥٠
عينة ورق معالجة بمعلول من الكلج الصوديومي خماسي الكلور فينات نسبة تركيزه ١٠٪ +	٩٨٠	زاد بمقدار ١٠.٧٪	٦.٥٠

جدول (٢) يوضح قياسات مدى تحمل الظلي ودرجة الحموضة لعينات مأخوذة من ورق الطباعة من نوع (Atkangel'sk)

درجۃ الحدوضة مقدرة بقیة الاس الهيدروجنى السالب	التثیر فی مدى تتبدل عینات الورق للطی مقداراً بالنسبة القویة .	مدى تحمل عینات الورق المعالجة للفس مقدراً بعدد مرات الطی المزدوجة .	المعالجة
١٩ر٥		٣٥٠	عينة ورق غير معالجة
١٢ر٥	نقص بمقدار ١١ر٨٪	٣٥٠	عينة ورق معالجة بمحلول من البيتائانتول نسبة تركيزه ٠٠٢٪
٨٥ر٤	زاد بمقدار ٣٠ر٧٪	٣٦٥	عينة ورق معالجة بمحلول من فوسفات ايل الزئبق نسبة تركيزه ٠٠٢٪
٦٨ر٣	نقص بمقدار ٣٣ر١٪	٣٩٥	فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ٠ ١٪
٦٨ر٣	زاد بمقدار ١ر٦٪	٣٦١	عينة ورق معالجة بمحلول من فلوروسليكات الامونيوم نسبة تركيزه ٠١٪
٣٢ر٨	—	—	عينة ورق معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ١٪ .
٥٠ر٧	نقص بمقدار ٥ر٢٪	٣٥٥	عينة معالجة بمحلول من هيدروكسي بيفينات الصوديوم نسبة تركيزه ٠٤٪
—	نقص بمقدار ٧٠ر١٪	٣٨٠	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي ثلاثي كلور الفينات نسبة تركيزه ١٪ .
—	نقص بمقدار ٦٥ر١٪	٣٨٤	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي لرباعي كلورو الفينات نسبة تركيزه ٠٤٪
٦٠ر٥	نقص بمقدار ٢ر٨٪	٣١٢	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠٢٪
٦٠ر٥	لم يحدث تغير	٣٤٠	عينة ورق معالجة بمحلول من الملح الصوديومي خماسي الكلوروفينات نسبة تركيزه ٠٤٪

جدول (٣) يوضح قياسات مدى تحمل الطی ودرجة الحدوضة لعينات مأخوذة من ورق الجرائد
(Gorkil) من نوع

ومن دراسة النتائج التي انتهى اليها بيلايا تتضح لنا الأمور الهامة التالية :

١ - يتضح من الجدول (١) ، (٢) أن استخدام محلول البيتاينوم بدرجة تركيز ٥٠ ٪ قد أدى الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المأخوذة من كل من ورق الترشيع وورق الجرائد .

وفي هذا الصدد فقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة بمحلول البيتاينافنول والتي أجريت لها عمليات اسراع صناعي في القدم قد ازداد اصفرارا بمرور الوقت .

٢ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أنه قد حدث نقص في مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من ورق الترشيع للطي ، نتيجة لمعالجتها بمحلول من فوسفات اثيل الزئبق نسبة تركيزه ٠.٠٢ و٠.٠٤٪ بينما لم يتأثر مدى تحمل عينات الورق المأخوذة من كل من ورق الطباعة وورق الجرائد للطي نتيجة للمعالجة بهذا المحلول .

وفي هذا الصدد فقد نوه بيلايا الى عدم امكانية اجراء عمليات اسراع صناعي في القدم لعينات الورق المعالجة بمحلول فوسفات اثيل الزئبق ، نظرا لأن فوسفات اثيل الزئبق يتحلل بالحرارة معطيا فلز الزئبق الذي يغطي الورق بطبقة لامعة تشوه مظهره .

٣ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من فلوروسليكات الأمونيوم بدرجة تركيز تتراوح ما بين ٠.١ ٪ ، ١ ٪ لا يتلف الأوراق المعالجة ، بل انه يزيد الى درجة ملحوظة من متانتها ، ويتضح هذا من الزيادة الملحوظة في مدى تحمل عينات الورق المعالجة للطي .

٤ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومي لخصاس الكلوروفينات بنسب تركيز ٠.٢ ٪ ، ٠.٤ ٪ لا يؤدي الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة .

٥ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن استخدام محلول من الملح الصوديومي لرباعي الكلوروفينات بدرجة تركيز ٠.٤ ٪ لا يؤدي الى حدوث تلف ملحوظ لعينات الورق المعالجة ، وأنه يتساوى في درجة تأثيره على الأوراق المعالجة به مع محاليل الملح الصوديومي لخصاس الكلوروفينات .

٦ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محلول الملح الصوديومي لثلاثي الكلوروفينات يعد أكثر أملاح الكلوروفينات اتلافا للورق .

وقد أشار بيلايا الى أن محلول الملح الصوديومي لثلاثي الكلوروفينات يكسب الأوراق المعالجة به لونا أصفرا وأنه يكسبها أيضا رائحة كريهة نفاذة .

٧ - يتضح من الجداول (١) ، (٢) ، (٣) أن محاليل الهيدروكسي بيغينيات الصوديوم هي أكثر المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق ، وإن معدل التلف يزيد كلما زادت درجة تركيز المحلول . وقد أشار بيلايا الى أن لون الأوراق المعالجة يتحول الى اللون الأصفر

أثناء عمليات الإسراع الصناعي في القدم .

ومن هذا فقد انتهى بيلايا الى القول بما يأتي :

(أ) ، جميع المبيدات الفطرية والبكتيرية التي تمت دراسة تأثيراتها على الأنواع المختلفة من الورق لها تأثير متلف ، وإن اختلفت فيما بينها في درجة الاتلاف .

(ب) يعتبر فلوروسليكات الأمونيوم أقل المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق .

(ج) محاليل الملح الصوديومي لخماسي الكلوروفينات (٠.٢٪ ، ٠.٤٪) أقل اتلافا للورق من محاليل البيتانافثول ، وذلك على عكس ما هو شائع بين العاملين في هذا الحقل .

(د) يعتبر هيدروكسي بيغينيات الصوديوم من أكثر المبيدات الفطرية والبكتيرية اتلافا للورق .

(هـ) بالرغم من أن محلول الملح الصوديومي لثلاثي الكلوروفينات لا يؤدي الى حدوث تلف شديد للأوراق المعالجة به ، إلا أنه يجب تجنب استخدامه ، نظرا لأنه يكسب الأوراق المعالجة لونا أصفرا ولأنه يكسبها أيضا رائحة كريهة نفاذة .

الباب الرابع

تطبيقات العلاج والترميم

مقدمة :

تطورت أساليب علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تطورا كبيرا في النصف الثاني من القرن العشرين ، وذلك بعد أن توثقت العلاقة بينها وبين علوم الكيمياء والطبيعة والبيولوجيا .

ولقد كان هذا أمرا ضروريا ومنطقيا ، فلم يكن من الممكن أن تتطور أعمال وأساليب العلاج والترميم ما لم يكتسب القائمون بها الخبرة التي تنبأ بها المران الطويل وما لم تتوثق الصلة بينهم وبين زملائهم العلميين الذين يقومون عادة بأعمال الصيانة ، وهم بطبيعة دراساتهم وتخصصاتهم القادرون على فحص المقتنيات باستخدام ما يتوفر لديهم من أجهزة علمية ، وعلى استنباط ما يتناسب مع مادتها وطبيعتها من المواد والأساليب . . . وقد قال في هذا عالم الترميم البولندي المشهور الأستاذ/ماركوني وهو على حق : « ان على المرمم اذا أرادوا التفوق أن يتعلموا كيف يتعاملون مع المشتغلين بالتاريخ والآثار من ناحية ومع المشتغلين بالعلوم المختلفة من ناحية أخرى » .

ومهما اختلفت وجهات النظر في كيفية علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية فإن عمليات العلاج والترميم ليست على أية حال مجرد اصلاح لما يتلف من هذه المقتنيات ، بل هي عمليات ذات طبيعة خاصة لها أصولها وتقاليدها ولا بد أن تمارس من منطلق الخبرة الواسعة والدراية الكاملة بطبيعة وخصائص النوعيات المختلفة من المقتنيات والأفقدت عمليات العلاج والترميم الغرض منها ، وكم أضاع العلاج والترميم الخاطيء وثائق هامة ومخطوطات نادرة .

وانطلاقاً من هذا لابد أن تتلام وتتنوع عمليات العلاج والترميم حسب نوعية وخصائص الحالة المطلوب علاجها وترميمها من حيث مادتها وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية ، وذلك على اعتبار أن الوثيقة أو المخطوطة ليست كياناً مادياً مجرداً من المحتوى الفكرى والفنى والحضارى .

وعلى أية حال فقد ترسخت مع الزمن وبالممارسة مبادئ عامة تحكم عمليات العلاج والترميم لا بد وأن يضعها العاملون فى هذا الحقل نصب أعينهم وتلخصها فيما يلى :

١ - عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى يترتب عليها محو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المعنوية للوثيقة أو المخطوطة من حيث الشكل والمظهر والسمات الفنية ونوعية الكتابات والأحبار المستخدمة فيها .

٢ - عدم القيام بأعمال العلاج والترميم التى قد تؤدى الى اضعاف أو الاضرار بإمادة الوثيقة أو المخطوطة .

٣ - عدم الافراط فى عمليات العلاج والترميم والاكتفاء بالقدر الضرورى منها لضمان بقاء الوثيقة أو المخطوطة .

٤ - القيام بأعمال العلاج والترميم بالكيفية والطريقة التى تسهل معها التفرقة بين الأجزاء المرممة والأجزاء غير المرممة من الوثيقة أو المخطوطة .

٥ - يجب استخدام مواد العلاج والترميم التى تسهل ازالتهما دون الاضرار بالوثيقة أو المخطوطة وذلك عندما يراد تعديل أسلوب وطريقة الترميم .

٦ - لما كانت الأهداف المنشودة من جميع أعمال العلاج والترميم هى الإبقاء على الوثائق والمخطوطات وغيرها من مقتنيات دور الكتب والأرشيف الى ما لا نهاية فلسوف يكون من الضرورى فى هذه الحالة اختيار مواد العلاج والترميم التى تكفل هذا الاستمرار وبحيث لا تتفاعل كيميائياً مع مادة الوثيقة أو المخطوطة بطريقة تؤدى الى الاضرار بها . . وانطلاقاً من هذا يجب عدم الافراط فى استخدام اللدائن الصناعية لتحداث العهد بها ولعدم وقوفنا حتى الآن على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التى قد تحدث لها مع الزمن . . ولعله يكون من الأفضل استخدام المواد الطبيعية والخامات التى تنتج بمواصفات محددة خصيصاً لعمليات العلاج والترميم .

بقيت كلمة أخيرة سوف طرح فيها تصوؤى عن البيكل التنظيمى لمرافق الصيانة والعلاج والترميم فى دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ، وذلك من حيث نوعية المعامل والأقسام التى يجب أن نشتمل عليها هذه المرافق ومن حيث التخصصات الواجب توافرها . وأرى أن تشتمل مرافق أو مراكز الصيانة والعلاج والترميم على المعامل أو الأقسام الآتية :

١ - قسم لتسجيل المقتنيات المطلوب صيانتها وعلاجها وترميمها ليكون بمثابة أرشيف علمى لأعمال الصيانة والعلاج والترميم . ومن الطبيعى أن يشتمل هذا القسم على معمل لتتصوير :لفوتوغرافى كامل التجهيزات .

٢ - معمل بيولوجى لمقاومة وإبادة الحشرات والكاننات الحية الدقيقة التى تصيب المقتنيات بالتلف . ومن الطبيعى أن يقوم هذا المعمل بجانب الأعمال التنفيذية بإجراء الدراسات والبحوث العلمية الميدانية التى تكفل استخدام أفضل المبيدات الحشرية والفطرية والبكتيرية واستنباط أنسب وسائل المقاومة والإبادة .

٣ - معمل للتحاليل بالطرق الكيميائية تكون مهمته الأساسية التعرف على المواد التى تتكون منها الوثائق والكتب والمخطوطات والوقوف على التغيرات الكيميائية التى تحدث لهذه المواد نتيجة لتعرضها أو وقوعها تحت تأثير عوامل التلف المختلفة .

ومما لا شك فيه أن هذه التحاليل أو الدراسات سوف تفيد كثيرا فى عملية الربط بين مسببات التلف والنتائج المؤدية إليها . الأمر الذى يساعد كثيرا على تهيئة الظروف المناسبة لحفظ وصيانة هذه المقتنيات . وبالإضافة إلى ذلك فإن معرفة المواد الداخلة فى تركيب وثيقة أو مخطوطة ما ، سوف يكفل اختيار مواد العلاج والترميم المناسبة لها .

٤ - معمل للفحص والتحليل بالطرق الفيزيائية تكون مهمته الأساسية التعرف على التغيرات الفيزيوية - كيميائية التى تحدث للمواد المصنوعة منها مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية نتيجة لتعرضها لعوامل التلف .

وأرى أن يشتمل هذا المعمل على أجهزة قياس مدى تحمل الألياف للشد أو المط ومدى تحملها للطي ومدى مقاومتها للتدزق ، فضلا عن أجهزة قياس درجة الحموضة ودرجة التبلمر ومعدهات الفحص الميكروسكوبى وأجهزة قياس الخصائص الضوئية .

٥ - قسم أو معمل للعلاج والترميم تكون مهمته القيام بأعمال التنظيف والتبييض والتنقية وإزالة البقع والتقوية والإصلاح اليدوى أو الميكانيكى .

٦ - قسم للتجميع والتجليد .

أما فيما يختص بنوعية التخصصات الواجب توافرها فى مراكز الصيانة والعلاج والترميم ، فاننى أرى أن يلتحق بالمعامل والأقسام المختلفة الأعداد الكافية من التخصصات الآتية :

١ - خريجو كليات العلوم من التخصصات الآتية :

طباعة - كيمياء - كيمياء ونبات - كيمياء وحشرات - ميكروبيولوجى

٢ - خريجو الكليات والمعاهد الفنية من التخصصات الآتية :

طباعة - تصوير - زخرفة - تصوير فوتوغرافى .

٣ - خريجو المدارس الثانوية الصناعية أو مراكز التدريب المهنى من التخصصات الآتية :

الطباعة - الزخرفة - التجليد - الدباغة .

٤ - عمال مهرة من ذوى الخبرة فى مجال العمل .

ومن الطبيعى بل من الضرورى أن تعمل جميع هذه المعامل أو الأقسام كوحدة واحدة وبروح الجماعة حتى يمكن بذلك خلق مدرسة لها أسلوبها الخاص ، وحتى يمكن تحقيق التكامل بين التخصصات العاملة فيها بما يكفل المحافظة على مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية، تلك المقتنيات التى تشكل جزءا غاليا وعزيزا من التراث الثقافى والحضارى للبشرية .

الفصل الأول

علاج وترميم الورق والبردى

علاج وترميم الورق

الهدف الأساسى من عمليات العلاج والترميم هو استعادة الأوراق القديمة للمتانة والمرونة التى فقدتها مع الزمن نتيجة لتعرضها لعوامل التلف المختلفة واصلاح ما بها من تمزقات دون أن يترتب على ذلك دحو أو تغيير أو تشويه أو طمس الخصائص المادية أو المبنوية للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب .

وحسب المبادئ التى استقرت فى مجال علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق فإن عمليات العلاج والترميم لا تتضمن عملية استكمال النقوش والكتابات .

ويشتمل علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق على عدة عمليات أساسية هى :

- ١ - فصل الأوراق المتصقة .
- ٢ - تثبيت النقوش والكتابات .
- ٣ - تنظيف الأوراق من المواد العالقة بها .
- ٤ - إزالة البقع .
- ٥ - التبييض والتنقية .
- ٦ - إزالة الحموضة الزائدة .
- ٧ - الضلل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية .
- ٨ - اصلاح التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة .

- ٩ - اظهار الكتابات الباهتة في حالات خاصة .
وسوف نتناول فيما يلى هذه العمليات بالتفصيل .

أولا - طرق فصل الأوراق الملتصقة

تلتصق أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بعضها ببعضها البعض الآخر فى بعض الأحيان نتيجة لوقوعها تحت تأثير الرطوبة الجوية الزائدة أو نتيجة لاصابتها ببعض الأنواع من الكائنات الحية الدقيقة وخاصة الفطريات .

ويتبع لفصل مثل هذه الأوراق بعضها عن البعض الآخر عدة طرق تختلف باختلاف نوعية الأوراق وحالتها وقوة أو مدى التصاقها ونلخصها فى الخطوات التالية :

١ - فى حالة ما إذا كانت الأوراق ملتصقة بعضها البعض الآخر جزئيا يقوم المعالج بالقبض بشدة على كعب الكتاب أو المخطوطة أو على طرف من أطراف الأوراق الملتصقة ثم يقوم بثنى الكتاب برفق الى الأمام والى الخلف . . . وسوف تؤدي هذه العملية الى زحزحة الأوراق الملتصقة بعضها عن البعض الآخر ، مما يسهل فيما بعد عملية فصلها .

٢ - فى الحالات التى تظل فيها الأوراق ملتصقة بعضها البعض الآخر جزئيا يقوم المعالج بادخال مشروط أو سكين من السكاكين التى تستخدم فى مزج الألواح (بالته) بين الصفحات ويدفعها برفق وحذر حتى تنفصل .

٣ - فى الحالات التى لا تجدى فيها هذه الطرق اليدوية الجافة تعرض الأوراق الملتصقة لبخار الماء أو توضع فى صندوق محكم الغلق درجة رطوبته النسبية ١٠٠٪ لمدة أربع ساعات ، وبمدها تفصل الأوراق باستخدام مشروط أو سكين بالته أو أية أداة أخرى مناسبة .

٤ - فى حالات أخرى وخاصة عندما تكون الأوراق مصنوعة من الخرق البالية تفصل الأوراق الملتصقة بأن يوضع فوقها ورق نشاف مندى بالماء ثم تمرر فوقه مكواه ساخنة للدرجة المناسبة ولمدة تكفى لأن يتخلل بخار الماء الأوراق الملتصقة ويشبعها . . . على ذلك فصل الأوراق باستخدام مشروط أو سكين بالته . . . وقد يتطلب الأمر تثبيت النقوش والكتابات قبل البدء فى هذه العملية .

وفي جميع هذه الحالات يجب أن يراعى المعالج أو المرمم الحذر الشديد حتى لا تتلف الأوراق أو يضيع بعض ما عليها من كتابات أو نقوش .

ثانيا - تثبيت النقوش والكتابات

من المعروف أن أقدم المواد التي استخدمت في الكتابة هي حبر الكربون الذي كان يحضر بمزج السناج مع وسيط من الصمغ أو انغراء .. وقد استخدم هذا النوع من الأحبار في مصر القديمة للكتابة به على الخشب والفخار والعظام والبردى .. ومن حسن الحظ أن هذا النوع من مواد الكتابة لا يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان أو بأشعة الشمس ، ولعل هذا هو السبب في أن النصوص المصرية القديمة المكتوبة على أوراق البردى قد وصلت إلينا في حالة جيدة مهما كانت الحالة التي صارت إليها هذه البرديات . إلا أنه في نفس الوقت يتأثر بدرجة كبيرة بالماء وبخاصة عند استخدامه في الكتابة على الورق ، وذلك لتأثير الماء على الوسيط .

وهناك نوع آخر من مواد الكتابة - يرجع أنه استعمل في القرن الثاني قبل الميلاد أو قبل ذلك بقليل - يعرف باسم حبر الحديد .. وقد كان هذا النوع من الأحبار يحضر بإضافة كمية صغيرة جدا من الحديد إلى منقوع ثمار « جوزة الغصص » (Gall nuts) وقد ثبت بالتحليل الكيميائي أن منقوع هذه الثمار يحتوي على حمض الجالوتانيك (Gallicotannic acid) ويمكن الكشف عن هذا النوع من مواد الكتابة بالتجربة الآتية :

١ - يبلل جزء صغير من الكتابة في أحد الأركان بنقطة من محلول مخفف جدا من حمض الخليك (١ %) .

٢ - يمتص الحبر بعد ذوبانه بقطعة صغيرة من ورق النشاف ثم يضاف إليه على الفور نقطة من محلول ١ % من حديدو - سيانيد البوتاسيوم (Potassium ferro cyanide)

وعندما يتكون اللون الأزرق البروسي فإنه يكون دلالة على وجود هذا النوع من مواد الكتابة . والواقع أن هذا النوع من الأحبار يفقد وضوحه ويهبط بتأثير أشعة الشمس ، كما أنه يتأثر بالمواد الكيميائية القاصرة للألوان (Bleaching materials) ولذا السبب يجب معالجته سواء عند عرضه أو تخزينه أو عند علاج وترميم المخطوطات والوثائق التي استخدم فيها .

وبالإضافة الى ذلك توجد أنواع أخرى من مواد الكتابة التي استخدمت قديماً ، وعلى سبيل المثال المواد التي كانت تستخرج من بعض الأسماك أو بعض الحشرات ٠٠ وهذه الأحبار بالذات سريعة الذوبان في الماء ، كما أنها سريعة التأثر بأشعة الشمس والمواد الكيميائية القاسية للألوان الأمر الذي يحتم معالجتها سواء عند العرض أو التخزين أو عند علاج وترميم الوثائق التي استخدمت فيها ٠

ولما كانت معظم مواد الكتابة التي استخدمت قديماً. يتأثر بالماء أو عند وجوده تحت تأثير أجواء عالية الرطوبة فضلاً عن تأثرها بأشعة الشمس ، فإنه من الضروري علاجها وتثبيتها ٠

وتجرى عملية التثبيت عن طريق مس الكتابات بحذر ورقى بواسطة فرشاة رقيقة مبللة بأحد المحاليل الآتية :

١ - محلول مادة خلاص الفينيل المبلعمة (Polyvinyl acetate)

الذائبة بنسبة ٢ ٪ في الأسيتون أو في مزيج من المذيبات العضوية مكون من الأسيتون والكحول الايثيل والبنزول بنسب متساوية ٠

٢ - محلول مادة البيدإكريل (Polymethylmethacrylate) الذائبة

بنسبة ٢ ٪ في مزيج من المذيبات العضوية مكون من الزيلين والأسيتون والكحول الايثيل بنسب متساوية ٠

٣ - محلول من مادة الكلاتون ج أ (CALATON CA) وهو يتكون من

النايلون القابل للذوبان (Normal hydroxy methyl nylon)

الذي يحضر بعلاج النايلون بالفورمالدهيد - الذائب بنسبة ٥ ٪

في الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ ٠

٤ - محلول من مادة الكلاتون ج ب (CALATON CB) الذائبة بنسبة

٥ ٪ في الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ ٠

ويحضر محلول الكلاتون ج أ والكلاتون ج ب بإضافة الوزن المطلوب

من أى منهما الى القدر المناسب من الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة

٣٠ ٪ ثم يجرى تسخينها على حمام مائي درجة حرارته ٦٠ درجة م مع

مداومة التقليب الى تمام الذوبان ويلاحظ أن محلول هاتين التادتين يصبح هلامى القوام فى درجة الحرارة العادية ولكنه يعود لندوبان ثانية عند إعادة تسخينه الى درجة حرارة ٤٠ درجة م ، ولذلك فإنه يجب أن يحفظ دافئا أو ساخنا طوال مدة استخدامه فى العلاج .

وهذه المحاليل تكون بعد جفافها غشاء متداخلا فى طبقة الكتابة له الخواص الآتية :

- درجة عالية من المرونة .
- النفاذية لبخار الماء .
- لا يكسب الكتابات المعالجة به لمعانا .

ثالثا - تنظيف الأوراق من المواد العالقة

تتوقف الطريقة التى تتبع فى تنظيف الأوراق من المواد العالقة على حالة الورق وطبيعة المواد المستخدمة فى الكتابة ومدى تأثرها بالمحاليل المائية وعلى نوعية المواد العالقة .

وبصفة عامة تستخدم عادة عدة طرق لتنظيف الأوراق من المواد العالقة بها والتى تؤدي ليس فقط الى تشويه مظهرها ولكنها أيضا تشجع كثيرا من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة على اصابتها ، وهذه الطرق هى :

التنظيف الجاف :

ولو أن هذا النوع من التنظيف لا يكون ضروريا فى كثير من الأحيان إلا أنه يكون لازما فى حالات أخرى عديدة ، حيث يجب ازالة ما بالأوراق من آثار الأقلام أو مما قد يكون عالقا بها من فطريات أو بويضات الحشرات أو حينما يكون مطلوبا ازالة بعض البقع التى تتطلب استخدام نوع أو آخر من المذيبات العضوية كالكحول أو الأسيتون أو فى الحالات التى تتأثر فيها مواد الكتابة بالماء .

ويستخدم فى عملية التنظيف الجاف الأنواع المناسبة من الشروط

والفرش وأدوات ازالة آثار الأقلام .. أما فى حالة استخدام المذيبات العضوية فيجربى العمل عن طريق مس الأماكن المطلوب تنظيفها بفرشاة ناعمة مبللة بالمذيب على أن يوضع تحت الأوراق التى يجربى تنظيفها بالمذيبات العضوية أوراق تشاف لامتنصص المذيب وما يحمله من مواد ذائبة حتى لا ينتشر المذيب فى المناطق المجاورة للأماكن الملوثة .

وفى الحالات التى لا يجدى فيها التنظيف الجاف يمكن اتباع احدى الطريقتين الآتيتين اذا لم تكن مواد الكتابة من النوع الذى يتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية .

التنظيف بالماء :

فى هذه الطريقة تغمز الأوراق المراد تنظيفها فى حمام من الماء البارد أو الدافئ لمدة نصف ساعة على الأقل مع مداومة هز الوعاء الذى تجربى فيه عملية التنظيف .. ومن الضرورى عند رفع الأوراق من الماء بعد تنظيفها عدم الامساك بها من الأركان أو بالأصابع بل يجب تجهيز حوامل بمقاس هذه الأوراق من البولي اثيلين أو بعض أنواع من الورق المقوى المصقول لاستعمالها فى رفع الأوراق من الماء وذلك بوضعها فوق الأوراق المراد رفعها من الماء وضغطها براحة اليد حتى يلتصقا معا ثم يرفعا سويا الى المكان المعد للتجفيف وبعدها ترفع الحوامل وهى ما زالت مبتلة .. ويراعى عند رفع الحوامل أن تكون موازية لسطح الأوراق وذلك حتى يمكن تقليل الشد الناتج عن عملية فصل الحوامل الى أقل قدر ممكن ، وبذلك لا تتهتك الأوراق المنظفة .

التنظيف بالماء والصابون :

يستخدم التنظيف بالصابون فى الحالات التى لا يكفى فيها الماء لازالة العوالق السطحية أو المتداخلة بين ألياف الورق .. وتعتمد عملية التنظيف باستخدام الصابون على أمرين هما :

الأول : تحويل المواد الدهنية سواء كانت على هيئة بقع أو كانت على صورة غشاء يغلّف جسيمات المواد العالقة بالأوراق الى مستحلبات أو

والمتغيرات التي طرأت عليها ، وكذلك المواد الكيميائية اللازمة لعملية إزالة البقع وخواصها ومدى تأثيرها على الورق ، وأيضا الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التي يجدر الوقوف عندها وخاصة عندما تكون الأوراق قد فقدت الكثير من ليوتنها وصلابتها مع مرور الزمن .

ولكل هذه الاعتبارات فان عملية إزالة البقع لا يصح القيام بها بطريقة روتينية ، بل يجب القيام بها اعتمادا على نتائج ما يجب إجراؤه من تجارب ، وبعد تحديد ما يتناسب والحالة موضوع العلاج .

في حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الكتب والمخطوطات والوثائق وبين ازالة ما بها من بقع . . . وحيث أن المواد التي تتسبب في تبقع الورق يتغير تركيبها الكيميائي مع مرور الزمن - وربما تتحول الى مواد غير قابلة للذوبان - فانه يجب ازالة ما قد يستجد من بقع بمجرد حدوثها . . . على أن ازالة البقع من الأوراق القديمة تتطلب صبرا طويلا وخبرة كبيرة وحرصا بالغا وخاصة إذا كانت الأوراق مزينة بالألوان والنقوش . . . ويتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية . اذ أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدي الى إنتشار هذه البقع في الأماكن المتجاورة لها ، ولذلك يجب أن تفرد الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع على الواح من الزجاج مغطاة بورق من النشاف وتوضع المحاليل الكيميائية المستخدمة في ازالة البقع في مساحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع .

وبصفة عامة يجب أن تراعى الاعتبارات الآتية :

١ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية - وهي بالتحديد أحماض الهيدروكلوريك والكبريتيك والنيتريك - في ازالة البقع موضعيا أو محليا من أى نوع من أنواع الورق .

٢ - عدم استخدام محاليل مركزة من المواد القلوية القوية في ازالة البقع موضعيا من أى نوع من أنواع الورق .

٣ - ضرورة ازالة آثار المواد الكيميائية المستخدمة في ازالة البقع وذلك بغمر الأوراق المعالجة في ماء جار لمدة عشرين دقيقة على الأقل .

وفيما يلي نقدم لنفاذي حصرا اجماليًا لأنواع البقع الشائع تبقع الأوراق بها والمواد الكيميائية التي يمكن استخدامها في كل حالة :

بقع الشموع :

يزال الجزء المتراكم على سطح الورق باستخدام مشروط أو سكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذي تشربه الورق فيزال بالبنزين .
على أن يوضع تحت موضع البقعة قطعة من ورق النشاف لامنصاص البنزين حتى لا ينتشر الشمع في الأماكن المجاورة .

وتوجد طريقة أخرى توضع فيها الأوراق المراد إزالة ما بها من بقع شمعية بين فرخين من ورق النشاف ثم تسخن الأماكن المبقعة بمكواه كهربية محمية لدرجة الحرارة المناسبة ، فينصهر الشمع وينشربه ورق النشاف .

بقع الزيوت والدهون والقطران :

ويستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

١ - ثلاثي كلوريد الايثيلين .

٢ - ثنائي كلوريد الايثيلين .

٣ - المورفولين .

٤ - البيريدين النقي .

ويفضل وضع الجزء الملوث بهذه البقع بين ورقتين من النشاف أو وضع بعض من بودرة التلك فوق البقعة وذلك لمنع انتشارها في الأماكن المجاورة أثناء ازالتها .

البقع الناتجة من افرازات الدباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

١ - فوق اكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) ١٠ حجوم ٠٠ ويضاف اليه مثل حجمه كحول نقي أو اثير .

٢ - محلول من الكلورامين (ت) بنسبة ٢٪ مع الماء .

بقع الشاي والقهوة :

يستخدم لازالة هذه البقع المواد الآتية :

- ١ - محلول من فوق بورات البوتاسيوم بنسبة ٢٪ مع الماء .
وتعرض الأماكن المعالجة للشمس بعد ذلك لمدة ساعة ٠٠ ويتعين عند استخدام هذا المحلول غسل الأماكن المعالجة بالماء بعد انتهاء العمل أو عند ملاحظة أى نوع من أنواع التلف أثناء العمل .
- ٢ - فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) ١٠ حجورم ويضاف إليه مثل حجمه كحول نقي أو أثير .

بقع صدأ الحديد :

يستخدم لازالة هذا النوع من البقع المواد الآتية :

- ١ - محلول من حمض الأوكساليك درجة تركيزه ١ ٪ .
- ٢ - محلول من حمض الغليك درجة تركيزه ١ ٪ .
- ٣ - محلول مخفف من حمض الهيدروفلوريك ٠٠ وهذا الحمض مفيد جدا فى ازالة الصدأ ٠٠ وفي حالة استخدامه يجب وضع الأوراق فوق لوح من الخشب أو البلاستيك حيث أنه يذيب الزجاج .

بقع الأحبار والمواد الصابغة :

نظرا للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأحبار والمواد الصابغة فانه من الضروري التعرف على نوعية المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازلتها حتى يمكن تلافي الأضرار التى قد تحدث للأوراق المعالجة نتيجة لاستخدام المواد الكيميائية غير المناسبة .

وفيما يلى سوف نتناول الطرق التى يمكن بواسطتها التعرف على النوعيات المختلفة من الأحبار والمواد الصابغة الشائع تبقع الكتب والمخطوطات والوثائق بها والطرق والمواد المستخدمة لازالتها .

(١) طرق التعرف على الأحبار والمواد الصابغة :

الأسلوب الوحيد المناسب للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة اى تسبب فى تبقع اوراق الكتب والمخطوطات والوثائق هو ذلك الأسلوب الذى يتضمن التفاعلات التى تجرى فى نطاق مساحة البقعة ، وهو الأسلوب الذى يطلق عليه اسم التحليل الموضعى أو الشحلى (Spot analysis)

وتجرى عملية التحليل الموضعى باستخدام أنابيب شعيرية دقيقة تؤخذ بواسطتها المحاليل الكيميائية الكاشفة وتوضع فوق البقعة المراد التعرف على نوعية المادة المسببة لها وبهيت لا تغطى مساحة أكبر من مساحة البقعة . وتراقب التفاعلات الكيميائية بين المحاليل الكاشفة وبين المواد المسببة للبقع بواسطة عدسة مكبرة .

وبالإضافة الى أسلوب التحليل الموضعى فإنه يمكن التعرف على نوعية الأحبار والمواد الصابغة المسببة للبقع عن طريق التحليل بالأسلوب الذى يطلق عليه اسم الوهج الضوئى (Luminescence analysis)

ويستخدم فى عملية تهيج الأحبار والمواد الصابغة الأخرى لمبات خاصة من النوع المعروف باسم (Mercury-Quartz Lamp PRK-4) وهى مزودة بمرشح خاص يسمح فقط بالمرور للأشعة فوق البنفسجية . وتجرى عملية التحليل فى غرفة مظلمة تماما .

وقد قام مركز الصيانة والترميم الملحق بمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى بدراسة قيمة للتعرف على الأحبار والمواد الصابغة التى يشاع تبقع أوراق الكتب والوثائق والمخطوطات بها ، يهمنى أن أضعها بين يدي القارى لأهميتها الفائقة ، وذلك على النحو التالى :

	الغبر أو المادة الصافية	لون بقعة الغبر أو الصبغة على الورق	حصى انكبريتيك ٪٢	حصى الهيدروكلوريك ٪١٠	محللول هيدروكسيد الصوديوم ٪١٠
١ -	تجوسين قابل للذوبان في الماء	أسود	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً
٢ -	أسود حصى	أسود مائل إلى الزرقة	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً
٣ -	ميثيلين أزرق	أزرق	أزرق فاتح	أزرق فاتح	لا يتغير
٤ -	بنفسجي قاعدي	بنفسجي ناصع	تغير لخطي إلى الأصفر ثم إلى الأخضر وأخيراً إلى الأصفر	يصير اللون أكثر بهتاناً أو يتحول إلى الأزرق	لا يتغير
٥ -	أخضر حصى	أخضر باحت	يتغير ببطء وبالتدريج إلى الأصفر .	يتحول أولاً إلى اللون الرمادي ثم إلى الأخضر الباه	يصبح اللون
٦ -	أخضر قاعدي لامع	أخضر لامع	تغير لخطي إلى اللون الأصفر ثم إلى البرتقالي	يتغير إلى اللون الأصفر .	يصير اللون فاتحاً وأكثر بهتاناً
٧ -	أحمر حصى لامع	أحمر لامع	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً أو يتطمس
٨ -	أحمر حصى من نوع	أحمر	يتغير تدريجياً ويبقى إلى اللون الأصفر	يصير اللون أكثر غملاً وامتلاً إلى الزرقة	لا يتغير
٩ -	الايوسين	أحمر	يتغير تدريجياً إلى اللون الأصفر اللامع	يتغير إلى اللون الأصفر	يصير اللون أكثر بهتاناً

محلول هيدروكلوريك الكالسيوم ٪٢	محلول هيدرو كبريتيت الصوديوم ٥٪	محلول حمض الأوكساليك ٥ ٪	محلول كلوريد النصديرون ٤٪ + حمض الهيدروكلوريك بنسبة ١ : ١	محلول هيدروكسيد الأمونيوم
يزول اللون أو يترك أمارا صفراء باهتة	يصير اللون أكثر بهتاناً	لا يتغير	لا يتغير	يصير اللون أكثر بهتاناً
يزول اللون أو يتغير إلى القرمزي الباهت	يتغير إلى اللون القرمزي	لا يتغير وربما يصير اللون أكثر بهتاناً	يتحول إلى اللون القرمزي	لا يتغير
يصير اللون أقل وضوحاً	يزول اللون لحمياً و (بالاختزال)	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون (بالاختزال)	—
يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	لا يتغير	يتغير إلى اللون الأزرق	يتغير إلى اللون التروكوازي	لا يتغير
يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	يزول اللون	لا يتغير	يتحول إلى اللون الأسفر المائل إلى الأخضر (بالاختزال)	يزول اللون لحمياً
يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	يصير اللون أكثر بهتاناً	يصير اللون باهتاً وربما يتحول إلى اللون التروكوازي المتسخ	يتغير تدريجاً إلى اللون الأصفر المائع	لا يتغير
يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	يزول اللون أو يبهت	يصير اللون أكثر بهتاناً	يزول اللون	يزول اللون أو يتغمس
يصير اللون أكثر بهتاناً	يتحول إلى لون قرمزي باهت أو يبهت	لا يتغير	يزول اللون وربما تبقى آثار طفيفة	—
يبهت أو يزول إذا كان رطباً	—	يبهت أو يميل إلى الأصفر	يميل إلى الأصفر	يبهت اللون أو يتغمس

جدول يوضح التغيرات التي تحدث في ألوان الأحبار والمادة الصابغة السائعة تبقي أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها عند معالجتها بالمحاليل الكيميائية الكاشفة من أحماض وقلويات ومواد مؤكسدة ومواد مختزلة .

الأخبار والمواد الصابئة	المحاليل الكيميائية الكاشفة	التغير الذي يحدث في لون المواد الصابئة .
<u>الأخبار والمواد الصابئة</u> <u>الزرقاء والبنفسجية</u>		
١ - الثلجين الأزرق Methylene blue	محلول من كلوريد القصديروز النضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك .	يزول اللون ثم يعود اللون الأزرق ثانية بالتدرج .
٢ - البنفسجي القاعدى Basic violet	محلول من كلوريد القصديروز النضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك .	يتحول الى اللون التركوازى ثم يعود اللون الأصلى بالتدرج
الأخبار والمواد الصابئة السوداء		
١ - التجروسين القابل للمياه Nigrosine, Water Soluble	محلول من كلوريد القصديروز النضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك .	لا يتغير
٢ - الأسود الحمضى Acid Black	محلول من كلوريد القصديروز النضاف اليه حمض الهيدرو - كلوريك .	يتغير الى اللون القرمزى ثم الى اللون الأصفر .
الأخبار والمواد الصابئة الخضراء		
١ - الأخضر الحمضى Acid Green	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ .	يتغير الى اللون الرمادى يعود اللون الأخضر بالتدرج
٢ - الأخضر القاعدى اللامع Basic bright green	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ .	يتغير الى اللون الأصفر لا يتغير
الأخبار والمواد الصابئة الحمراء		
١ - الأحمر الحمضى اللامع Acid bright red	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ .	
٢ - أحمر حمضى من نوع 2 G Acid red 2 G	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ .	يتغير الى اللون الأحمر القللقى الذى يحتوى على ظلال زرقاء
٣ - الايوسين Eosin	محلول حمض الهيدروكلوريك ١٠٪ .	يتغير الى اللون الأصفر .

جدول يوضح كيفية التعرف على الأخبار والمواد الصابئة الشائع
تتبع أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بها والمحاليل الكيميائية
الكاشفة المستخدمة ، وذلك باتباع أسلوب التحليل الموضعى .

[illegible]

جداول يوضح كيفية التعرف على الأحجار والمواد الصائبة بالأسلوب الصحيح الشوحي الناتج من تصنيع ذرات الأحجار والمواد الصائبة بواسطة الأسمدة فوق الفوسفورية .

(ب) طرق ازالة البقع الاحبار والمواد الصابغة :

تزال بقع الأحبار والمواد الصابغة باتباع طريقتين هما :

الطريقة الأولى :

وفي هذه الطريقة تستخدم المواد الكيميائية القاسية للألوان بنوعيتها المؤكسد والمختزل . . وهي تعتمد اما على تكسير جزيئات الأحبار والمواد الصابغة واما على تحويلها الى صورة عديمة اللون .
ويراعى اختيار المادة القاسية للون التي لا يترتب على استخدامها احداث تلف للأوراق المعالجة بها .
وسوف نتناول عملية قصر الألوان بالتفصيل عند الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق .

الطريقة الثانية :

وتعتمد هذه الطريقة على اذابة واستخراج الأحبار والمواد الصابغة من الورق باستخدام المذيبات المناسبة مثل الكحول الايثيل والنوشادر ومحلول حمض الأوكساليك ومحلول حمض الليمونيك الخ .
ويراعى فى هذه الطريقة اتخاذ الاحتياطات الواجبة لعدم انتشار المواد المسببة للبقع فى المناطق المجاورة للبقعة التى تجرى ازالتها .
وعلى أية حال فقد يوجد من الأفضل الجمع بين هاتين الطريقتين .
وفيما يلى سوف نورد بعض الطرق التى استخدمت بنجاح فى هذه الصدد وهى :

ازالة بقع الحبر الحديثة :

ويجرى العمل باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - تفرد الأوراق المراد علاجها فوق الواح من الزجاج على أن يوضع تحتها مباشرة أفرخ من ورق النشاف لتشرب الكميات الزائدة من المحاليل الكيميائية المستخدمة لازالة البقع وتمنع بذلك انتشارها فى المناطق المجاورة للبقع التى تجرى ازالتها .
- ٢ - توضع فوق البقعة المراد ازلتها نقطة من محلول برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ باستخدام أنبوبة شعرية من الزجاج .

٣ - بعد مرور ثلاثة دقائق على الأكثر تجفف البقع باستخدام أوراق النشاف ثم يوضع فوق البقع على الفور قطعة من محلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ ٠٠ ويجب أن تتكرر هذه العملية حتى يزول لون أكسيد المنجنيز البنى .

٤ - بعد الانتهاء من إزالة البقع تفصل الأماكن المعالجة بالماء أولاً ثم بالماء المضاف اليه قليل من النوشادر - بواقع ٥ر - مليلترا من النوشادر تضاف الى كل عاءة مليلترا من الماء ، ثم بالماء مرة أخرى .

إزالة بقع حبر الاختتام وبقع الأحبار القديمة :

١ - تبلل البقع بمحلول من برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ٥ر ٪ وبمحلول من حمض الفوسفوريك درجة تركيزه ٤ر ٪ ٠٠ وبعد مرور وقت يتراوح بين ٥ و ٢٠ دقيقة حسب الحالة تجفف البقع باستخدام ورق نشاف .

٢ - تعالج البقع بعد ذلك بمحلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ وتستمر المعالجة حتى يزول تماماً لون برمنجنات البوتاسيوم أو حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى .

٣ - تتكرر عملية معالجة البقع - اذا لزم الأمر - حتى تزول نهائياً :

وفي حالة الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المحصون والتي تظل بها بعد الانتهاء من المعالجة السابق الإشارة إليها بقع صفراء اللون يجب أن تستمر المعالجة على النحو التالي :

١ - بعد غسل الأماكن المعالجة بالماء تبلل البقع بنقطة من محلول برمنجنات البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقتين على الأكثر .

٢ - تعالج البقع بعد تجفيفها بورق من النشاف بمحلول هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ٥ ٪ ٠٠ ويستمر ذلك حتى يختفى لون أكسيد المنجنيز البنى .

٣ - تفصل الأماكن المعالجة جيداً بالماء ثم بالماء المضاف اليه النوشادر ثم بالماء مرة أخرى ويمكن الكشف عن كفاءة عملية القسيل باستخدام ورقة عباد شمس زرقاء ، وعدم تحولها الى اللون الأحمر يدل على التخلص نهائياً من آثار المواد الكيميائية المستخدمة في العلاج .

خامسا - التبييض والتنقية

عندما يتعرض الورق وبخاصة النوع المصنوع بطريقة يدوية من الخشب المصحون (ground wood paper) الى تأثير أشعة الشمس وخاصة الأشعة فوق البنفسجية أو الى درجة حرارة عالية أو للشوائب الغازية الموجودة في الجو ، فإن لونه يتغير الى اللون البني أو الأحمر المائلين الى الصفرة ... أو ربما يؤدي ذلك الى تكون أجسام بنية اللون تظهر على أسطح الورق في هيئة بقع ، وذلك نتيجة لبعض التغيرات الكيميائية التي تطرأ على مكونات الورق غير السليلوزية ، وعلى وجه الخصوص اللجنين . وفي هذه الحالة فإنه يتحتم معالجة الورق بإجراء ما يعرف بعمليات التبييض لاعادة لونه الى ما كان عليه ، أو ربما يحتاج الأمر الى تنقيته من اللجنين ، وهو الذي يؤدي الى تكون المركبات البنية اللون التي تسبب ببقعه . كما هو الحال في الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون .

التبييض Bleaching

تتم عمليات التبييض باستخدام مواد كيميائية مؤكسدة كهيبوكلوريت الصوديوم أو الكلورامين (ت) أو غاز ثاني أكسيد الكلورين أو كلوريت الصوديوم أو فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) أو برمنجنات البوتاسيوم ، حيث تتحول المركبات التي تسببت في تغير لون الورق أو ببقعه بالأكسدة الى مركبات أبسط يمكن ازالتها بالفسيل ... أيضا باستخدام مواد كيميائية مختزلة مثل هيدروكبريتيت الصوديوم حيث تتحول هذه المركبات بالاختزال الى مركبات لا لون لها .

ويجب ألا يغيب عن أذهاننا أن استعمال أى من هذه المواد سوف ينتج عنه أضرار كثيرة اذا لم تراعى النسب المقررة عند استخدامها أو عند الاهتمام في اتباع طرق العمل الصحيحة .

التبييض باستخدام المواد المؤكسدة

هيبوكلوريت الصوديوم :

تتم عملية التبييض بتأثير غاز الكلور الذي يتولد من هيبوكلوريت الصوديوم ... وتجرى عملية التبييض طبقا للطريقة التي يراها هارولد بلندرليت على النحو الآتي :

(أ) نغسل الأوراق المراد تبييضها بالماء وذلك بعد التأكد من عدم تآثر الألياف المستخدمة في الكتابة أثناء عملية التبييض .

(ب) تنقل الأوراق بعد ذلك الى حوض به محلول التبييض الذي يحضر باضافة جزء من محلول هيبوكلوريت الصوديوم ١٠ ٪ الى عشرين جزءا من الماء ، وتظل به تحت الملاحظة الدائمة إلى أن تكتسب الأوراق درجة كافية من البياض أو لحين تلاشى ما بها من بقع .

(ج) تنقل الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض الى حوض به ماء جار لازالة ما بها من آثار هيبوكلوريت الصوديوم .

(د) بعد مرور حوالى خمس عشرة دقيقة تنقل الأوراق الى حوض به محلول من ثيو سلفات الصوديوم (الهيبو) درجة تركيزه ٢ ٪ ، وذلك لتخليص الورق من آثار غاز الكلور .

(هـ) تنقل الأوراق فى النهاية الى حوض به ماء جار لمدة خمس عشرة دقيقة لازالة آثار الهيبو .

هذا وقد أشار بلندريلث بمراجعة الاحتياطات الآتية :

١ - حيث أن المحاليل القلوية ومنها محلول هيبوكلوريت الصوديوم تؤثر على قوة الورق ، فيلزم وجود حوض به ماء مضاف اليه حمض الهيدروكلوريك بمقدار ٣ سم^٣ لكل أربعة لترات ماء تنقل اليه الأوراق من وقت لآخر أثناء عملية التبييض .

٢ - فى حالة الأوراق المكتوبة بأحبار تتأثر بمحاليل التبييض يجب تثبيت الكتابة أولا وقبل البدء فى عملية التبييض . . ويمكن اتباع الطرق السابق ذكرها عند الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات .

ومن ناحية أخرى يفضل الأستاذ/ شلدون كيك اضافة حمض الهيدروكلوريك بنسبة ٥ر٠ ٪ الى محلول هيبوكلوريت الصوديوم لتلافى ما يمكن أن يصيب الورق من ضعف أثناء عملية التبييض .

الكلورامين (ت) :

استخدم الكلورامين (ت) فى عمليات تبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق منذ عام ١٩٣٧ ٠٠ ويرى هارولد بلندريلث الذى كان اول من استخدمه لهذا الغرض أن الكلورامين (ت) يختص بصفة أساسية وهى أن استخدامه لا يتخلف عنه عناصر تضر بالورق مستقبلا ، مما لا يستعصى تكرار عمليات غسل الورق المعالج كما هو الحال عند استخدام هيبوكلوريت الصوديوم . وهذه الخاصية تجعل من الكلورامين (ت) فى رأى بلندريلث أنسب المواد لتبييض الأوراق التى تحمل نقوشا

ملونة أو أحبارا تتأثر بكثرة الغسل بالماء . . ولهذا السبب فإن الكلورامين (ت) هو أفضل المواد القاصرة للون لازالة ما بالورق من بقع موضعيا أو محليا حيث لا يكون من الضروري غسل الأوراق المعالجة ، مما لا يعرض الأجزاء الخالية من البقع لتأثير الماء وخاصة في حالة الألوان أو الأحبار التي تتأثر بالماء .

وعلى عكس ما يرى هارولد بلندرليث فإن هارولد تريبوليت يرى أن الكلورامين (ت) يظل نشطا لمدة طويلة بعد استخدامه ، مما يستوجبه غسل الأوراق المعالجة به بالماء بعد اجراء عمليات التبييض .

وحتى لو صح رأى هارولد تريبوليت فاني أرى أن الكلورامين (ت) يظل أنسب المواد القاصرة للون في حالة الأوراق التي تحمل نقوشا أو أحبارا تتأثر بالماء ، حيث أنه على أى حال لا يحتاج الى كثرة الغسيل بل يكفي مجرد غمر الأوراق المعالجة في الماء ورفعها منه مباشرة . . وفي هذه الحالة فإنه يجدر تثبيت الألوان أو الأحبار بمحلول الكلاتون (ج ب) الذائب في الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ أو بأى مادة أخرى من المواد التي سبق ذكرها عند الحديث عن كيفية تثبيت النقوش والكتابات .

وينتج الكلورامين (ت) تجاريا على هيئة بودرة بيضاء تذوب في الماء ، ويجب حفظها في عبوات مغلقة لقابليتها للتحلل السريع . . ولذلك يجب تحضير المحلول قبل الاستعمال مباشرة . وفي حالة استخدام الكلورامين (ت) لازالة البقع محليا أو موضعيا تتبع الطريقة الآتية :

١ - تنظيف الأوراق المراد ازالة ما بها من بقع مما قد يكون عالقا بها من أتربة ولوساخ باستخدام فرشاة ناعمة وجافة .

٢ - توضع الأوراق على حوامل من ورق النشاف فوق ألواح من الزجاج .

٣ - يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة بإذابة ٢ جم من الكلورامين (ت) في ١٠٠ سم^٣ من الماء .

٤ - تبليل البقع المراد ازالتها بمحلول الكلورامين (ت) بواسطة فرشاة رفيعة ، ثم يوضع فوقها ورقة من النشاء وتغطى بلوح من الزجاج .

٥ - تترك الأوراق على هذه الحالة مدة ساعة ثم يكشف عنها وتكرو هذه العملية حتى تزول البقع تماما .

٦ - نغسل الأماكن التي عولجت بمحلول الكلورامين (ت) بفرشاة رفيعة بماء بالماء على أن يوضع تحت الأوراق المعالجة عند الفسيل ورقة من

النشاف لامتناس الماء ٠٠ وبعد ذلك تترك الأوراق حتى تجف ثم
تكبس باستخدام المكبس اليدوى وذلك حتى يتم فردها .

وعنه استخدام محلول الكلورامين (ت) للتبييض تتبع الطريقة
الآتية :

١ - تنظيف الأوراق المراد تبييضها ما يعلق بها من أتربة وأوساخ
باستخدام فرشاة ناعمة وجافة .

٢ - يحضر محلول الكلورامين (ت) قبل الاستعمال مباشرة بأذابة ٢ جم
من الكلورامين (ت) فى كل ١٠٠ سم^٣ من ماء ساخن درجة حرارته
٦٠ درجة مئوية .

٣ - تغمر الأوراق فى محلول التبييض وتظل به حتى تكتسب درجة
البياض الكافية ٠٠ وفى هذه الحالة ولسرعة تحليل الكلورامين (ت)
فقد يتطلب الأمر تغيير المحلول بمحلول جديد أثناء عملية التبييض .

٤ - تنقل الأوراق بعد تبييضها الى حوض به ماء ثم ترفع منه مباشرة
وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها ٠٠ وأخيرا تفرد بوضعها لمدة ٢٤ ساعة
فى مكبس يدوى .

غاز ثانى أكسيد الكلورين :

فى عام ١٩٥١ عرض روزفورد جيتنز (Rutherford Gettens)
أمام الاجتماع السنوى لهيئة المتاحف الأمريكية الذى انعقد فى فيلاديلفيا
تفاصيل طريقة جديدة لتبييض الأوراق المبقعة أو التى تغير لونها تعتمد
على تأثير غاز ثانى أكسيد الكلورين الذى يمكن توليده بإضافة حمض
الكبريتيك المخفف أو الفورمالدهيد الى محلول من كلوريت الصوديوم .

والطريقة كما وصفها جيتنز عبارة عن ثلاثة أساليب عمل مختلفة
يجب أن تتم جميعها فى خزانة غازات لامكان تجنب رائحة الغاز الكريهة
وتأثيره السام .

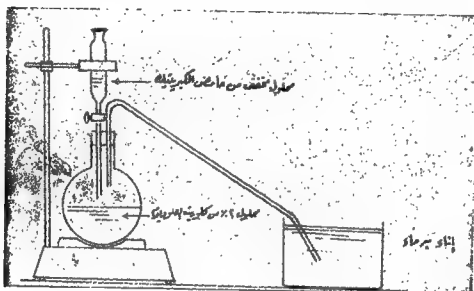
وطبقا للأسلوب الأول توضع الأوراق المراد تبييضها فى حمام يحتوى
على كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء والمضاف اليه الفورمالدهيد بواقع
٣ ٪ من الحجم الكلى للمحلول الى أن تتم إزالة ما بها من بقع أو لحنين
اكتسابها اللون المناسب ، وأخيرا تفسل الأوراق المعالجة بالماء لمدة ١٥
دقيقة لازالة ما بها من آثار أملاح الصوديوم .

أما الأسلوب الثانى فيتبع فى الحالات التى يراد فيها اتمام عملية

التبييض في أقل وقت ممكن وتتم عملية التبييض هذه بغمز الأوراق المراد علاجها في حمام يحتوى على محلول مائى من غاز ثانى اكسيد الكلورين .

ويحضر محلول غاز ثانى اكسيد الكلورين بتمرير تيار ضعيف من الغاز الذى يتولد باضافة محلول مخفف جدا من حمض الكبريتيك من خلال قمع فصل نقطة بنقطة الى محلول كلوريت الصوديوم الذائب فى الماء بنسبة ٢٪ بواسطة أنبوبة من الزجاج أو البولى ايثيلين .

وترفع الأوراق بعد أن تتم عملية التبييض وتترك لتجف دون حاجة الى الغسيل بالماء بعد العلاج .



« رسم يوضح كيفية تغذية محلول غاز ثانى اكسيد الكلورين »

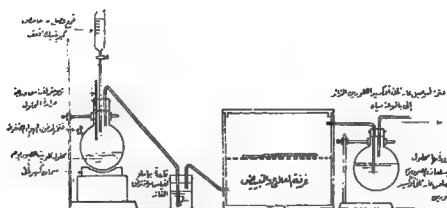
أما الأسلوب الثالث فيتبع فى حالة وجود أحبا رأو نقوش لا تتحمل الغمر فى المحاليل المائية وفى هذه الحالة يمرر غاز ثانى اكسيد الكلورين الذى يتولد باضافة حمض الكبريتيك المخفف الى محلول من كلوريت الصوديوم فى غرفة خاصة تعرف بغرفة التبييض توضع فيها الأوراق المراد علاجها وذلك بعد تنديتها بالماء . وفى غرفة التبييض هذه هى جزء من جهاز صممه جيتنز لتبييض الأوراق بهذا الأسلوب .

والجهاز الذى صممه جيتنز عبارة عن قارورة مستديرة القاع لها فتحة جانبية يوضع بها محلول من كلوريت الصوديوم ويثبت عليها قمع فصل لاضافة حمض الكبريتيك المخفف نقطة بنقطة وكذلك ترمومتر لتثبيت درجة حرارة المحلول عند ٦٠ درجة مئوية ويخرج منها أنبوبة زجاجية الى

غرفة التبييض مارة في دورق مغلق به ماء لقياس سرعة تدفق غاز ثاني أكسيد الكلورين .

وغرفة التبييض عبارة عن صندوق معدني محكم الغلق مبطن بالبولي اثيلين بمقاس ١٥٠ × ١٠٠ × ٤٠ سم ارتفاع وغطاؤه مزود بلوح من الزجاج السميكة يراقب من خلاله سير عملية التبييض . ولهذا الصندوق فتحتان يمر من احدهما وهي بأسفل أحد جوانبه غاز ثاني أكسيد الكلورين ويمر من الأخرى وهي بأعلى الجانب المقابل للغاز الزائد عن سعة الصندوق الى قارورة بها محلول مخفف من ثيو سلفات الصوديوم وله خاصية امتصاص غاز ثاني أكسيد الكلورين . وزيادة في الحيلة يخرج من القارورة التي تحتوي على محلول ثيو سلفات الصوديوم انبوبة من البولي اثيلين الى بالوعة ماء .

وقد استخدم جيتنز تيسارا ضعيفا من الهواء المضغوط لدفع ثاني أكسيد الكلورين الذي يتولد في القارورة عند اضافة حمض الكبريتيك الى محلول كلوريت الصوديوم الى غرفة التبييض مستخدما لذلك الفتحة الجانبية الموجودة بالقارورة .



مخطط جيتنز للمعالجة والتبييض باستخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين

• وصف يوضح الجهاز الذي صممه جيتنز للتبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين •

والواقع أن الجهاز الذي صممه جيتنز للتبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين لم يلق الانتشار المنشود لا لعدم فاعلية الغاز بل لكثرة حوادث الانفجار التي صاحبت عمليات التبييض باستخدام هذا الجهاز وذلك لسببين : -

أولهما : قابلية الغاز ذاته للانفجار وخاصة عندما يتولد بكتافة •

ثانيهما : الكيفية التي يتم بها توليد هذا الغاز •

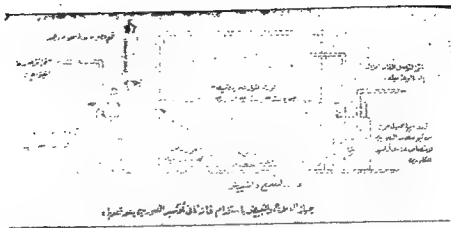
وفي محاولة لتحسين هذا الجهاز رأى الدكتور مارينجر أستاذ التكنولوجيا باكاديمية الترميم يفينا عندما رأيت الاستعانة برأيه أن يستخدم لدفع غاز ثاني أكسيد الكلورين الى غرفة التبييض تيار من غاز النيتروجين بدلا من الهواء المضغوط وذلك بغرض تلافى قابلية الغاز للانفجار ، وذلك على أساس أنه يمكن اختزال قابلية غاز ثاني أكسيد الكلورين للانفجار عن طريق خلطه بنسبة ١٠٪ بضاد آخر غير قابل للاتحاد معه •

ولو أن ما أشار به الدكتور مارينجر قد أضاف عامل أمان عند تطبيق هذه الطريقة الا أنه بقيت مخاطر الانفجار المحتمل والتي يمكن أن تنشأ من الكيفية التي يتولد بها غاز ثاني أكسيد الكلورين ، خاصة عندما يتصدى للعمل بهذا الجهاز شخص ليست لديه الدراية الكافية بالكيمياء اذ يتعين عليه التحكم في كمية غاز ثاني أكسيد الكلورين وما ينشأ عنه من ضغط على الجدران الداخلية للقارورة وكذلك الضغط الناشئ عن غاز النيتروجين •

ولما كنت مهتما بتطويع هذه الطريقة لكل العاملين في هذا المجال اقتناعا منى بأهميتها وبما يمكن أن تسهم به رأيت أن تستخدم غرفة التبييض كما لو كانت صندوقا للتبخير •• وفي هذه الحالة فإن غاز ثاني أكسيد الكلورين يتولد داخل غرفة التبييض بإضافة مادة الفورمالدهيد عن طريق قمع فصل يشبث بأحد جوانب الغرفة الى محلول كلوريت الصوديوم الذي يوضع في حوض من الزجاج داخل غرفة التبييض •• وفي هذه الحالة زودت غرفة التبييض بشبكة متحركة من البولي ايثيلين أو النايلون ثبتها بالجوانب الداخلية لغرفة التبييض على ارتفاع يسمح بوضع الحوض الزجاجي •

والحقيقة أن الجهاز بعد أن أدخلت عليه هذه التعديلات وبعد أن أمكن السيطرة على كل الأسباب التي يمكن أن تؤدي الى حدوث انفجار قد أصبح أداة فعالة في يد كل المهتمين بعلاج أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق خاصة وأنه لم يثبت حتى الآن أن غاز ثاني أكسيد الكلورين له تأثير ضار على مادة الورق •

وتتلخص طريقة العمل بعد ادخال التعديلات على جهاز التبييض بغاز ثاني أكسيد الكلورين في الخطوات الآتية :



« رسم يوضح جهاز التبييض باستخدام غاز ثاني أكسيد الكلور »
 بعد التبديلات التي أدخلتها عليه

- ١ - تذاب ٤ جم من كلوريت الصوديوم في ٥٠٠ سم^٣ من الماء بعد تسخينه إلى درجة حرارة ٧٠ درجة مئوية ، ثم ينقل المحلول بعد تحضيره إلى الحوض الزجاجي الموجود داخل غرفة التبييض ٠٠ ويمكن زيادة كمية كلوريت الصوديوم حسب كمية الأوراق المراد علاجها وحالتها .
- ٢ - يحضر محلول ثيو سلفات الصوديوم بإذابة ٢٠ جم من ثيو سلفات الصوديوم في لتر من الماء ثم يوضع في القارورة الخاصة به .
- ٣ - تندى الأوراق المراد علاجها بالماء ثم توضع على شبكة البولي إثيلين المثبتة داخل غرفة التبييض .
- ٤ - تفلق غرفة التبييض بإحكام ثم يمرر تيار ضعيف من غاز النيتروجين لمدة تكفي لطرد كل الهواء الموجود داخل غرفة التبييض .
- ٥ - تقفل أسطوانة غاز النيتروجين ثم يضاف ٦٠ سم^٣ من الفورمالدهيد إلى محلول كلوريت الصوديوم عن طريق قمع الفصل المثبت بغرفة التبييض .
- ٦ - يراقب سير عملية التبييض من خلال غطاء غرفة التبييض الزجاجي ، وعند انتهائها يمرر تيار من غاز النيتروجين لطرد غاز ثاني أكسيد الكلورين المتبقى داخل غرفة التبييض ثم تفتح الغرفة وترفع الأوراق المعالجة وتنقل إلى المكان المعد لتجفيفها .

ولقابلية غاز ثاني أكسيد الكلورين للانتشار فقد استحدثت أسلوب عمل جديد ذا تطبيق اقتصادى ، حيث أمكن علاج وتبييض الكتب والمخطوطات دون حاجة الى فكها ومعالجتها ورقة ورقة ، وهو الأسلوب الذى كان متبعاً من قبل ، مما أدى الى توفير وقت وجهد كبيرين . . وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ - تفتح الكتب على هيئة مروحة ، وذلك بوضع شرائط من ورق مقوى بين صفحاتها (انظر الصورة) .

٢ - تندى أوراق الكتب برذاذ من الماء أو بتعريضها لبخاره .

٣ - توضع الكتب بعد ذلك فى غرفة التبييض ويمرر غاز ثنى أكسيد الكلورين بالطريقة السابق شرحها .

٤ - بعد الانتهاء من عملية العلاج والتبييض تترك الكتب لتجف ثم تفرد أوراقها عن طريق وضعها فى مكبس يدوى .



« صورة توضح كيفية علاج وتبييض الكتب دون فكها »

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت كثير من التجارب التى أجريتها أن غاز ثاني أكسيد الكلورين ذات فاعلية كبيرة فى علاج وتبييض نقوش الاكواريل (الألوان المائية) والجواش والباستيل اذا كانت حواملها مصنوعة من الورق المقوى ، حيث أن التغيرات الكيميائية التى تحدث للورق تتسبب فى معظم الحالات فى تغير درجة عمق الألوان ورونقها وبهائها كما تتسبب فى تكوين بقع صفراء أو بنية اللون فى أرضيات

النقوش بفعل التغيرات الكيميائية التي تحدث في مكونات الورق غير السليولوزية .

كلوريت الصوديوم :

يستخدم محلول مخفف من كلوريت الصوديوم لتبييض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق وذلك على النحو التالي :

١ - تنظف الأوراق المراد علاجها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ وذلك بوضعها في حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر . وفي حالة الأوساخ الثابتة تستخدم فرشاة ناعمة في عملية التنظيف .

ومن الضروري مراعاة أن تكون مواد الكتابة أو النقوش في هذه الحالة لا تتأثر بالماء . وفي حالة تأثرها بالماء يجب تثبيت الكتابات أولا بأحدى الطرق والمواد السابق الإشارة إليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات .

٢ - توضع الأوراق بعد تنظيفها في حوض به محلول كلوريت الصوديوم إلى أن تتم عملية التبييض . ويحضر محلول كلوريت الصوديوم بإذابة ٥ جم من كلوريت الصوديوم في كل لتر من الماء . وتكون درجة تركيز محلول كلوريت الصوديوم في هذه الحالة هي ٥،٠ ٪ .

٣ - بعد اتمام عملية التبييض تنقل الأوراق إلى حوض به ماء جار لمدة تكفي لإزالة آثار كلوريت الصوديوم تماما .

٤ - ترفع الأوراق من الماء ثم تنقل إلى المكان المهد لتجفيفها .

٥ - بعد الجفاف تفرد الأوراق بوضعها في مكبس يدوي أو آلي لمدة ٢٤ ساعة .

ويراعى أن ترفع الأوراق من الماء أو من محلول كلوريت الصوديوم باستخدام حوامل من الورق المقوى وبالطريقة التي سبق الإشارة إليها عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم .

فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) :

أثبتت الدراسات التي قامت بها شركة ديونيت أن استخدام فوق أكسيد الهيدروجين في عملية تبييض الورق يؤدي إلى زيادة كبيرة في درجة تفتح اللون دون أية أضرار جانبية ، إذ لا يؤدي استخدامه إلى تغير

فى خواص الورق الطبيعية أو الكيمائية كما لا يؤثر على قوته أو وزنه أثناء عملية التبييض .

ولو أن الكثير عن طبيعة التفاعل الكيميائى الذى يجرى أثناء عملية التبييض لا يزال غير معروف الا أنه يسود الاعتقاد أن أيون ثانى أكسيد الهيدروجين السالب (يد. ٢) الذى يتكون عندما يتعادل أيون الهيدروجين بإضافة مادة قلوية هو عامل التبييض النشط (انظر المعادلة الكيمائية) .



ولتلافى تحلل فوق أكسيد الهيدروجين الى غاز الأكسجين والماء وخاصة فى وجود عناصر معدنية مثل الحديد والنحاس والمنجنيز ، وهى شوائب معدنية توجد عادة فى الورق ، أو أنواع معينة من الانزيمات فإنه يجب إضافة مواد مثبتة مثل سليكات الصوديوم أو كبريتات الماغنسيوم الى محلول فوق أكسيد الهيدروجين عند اجراء عملية التبييض .

طريقة العمل :

١ - يحضر محلول التبييض بإضافة ٥٠ سم^٣ من محلول فوق أكسيد الهيدروجين ٣٠ ٪ الى كل لتر من الماء .

٢ - يضاف الى محلول التبييض جرام واحد من بيكربونات الصوديوم وكذلك جرام واحد من كبريتات الماغنسيوم لكل ٢ لتر من المحلول .

٣ - تفصل الأوراق المراد تبييضها مما قد يكون عالقا بها من أترية وأوساخ بوضعها فى حوض به ماء مع مداومة هز الحوض من آن لآخر مع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالماء . وفى حالة تأثرها بالماء يجب تثبيتها أولا بأحدى الطرق والمواد السابق الإشارة إليها عند الحديث عن طرق تثبيت النقوش والكتابات .

٤ - تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتبقى به الى أن تكتسب درجة البياض المرغوبة .

٥ - تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار لمدة ١٥ دقيقة لازالة آثار محلول التبييض .

٦ - ترفع الأوراق بالطريقة التى ذكرت عند استخدام هيبو كلوريت الصوديوم وتنقل الى المكان المعد لتجفيفها .

٧ - تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

برمنجنات البوتاسيوم :

تعتبر برمنجنات البوتاسيوم من أهم العوامل المؤكسدة القاصرة للألوان التي استخدمت بكثرة في عمليات تبيض أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، ولذلك فقد درست تطبيقاتها في هذا المجال دراسة وافية .

ومن المعروف جيدا أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد تزداد زيادة كبيرة في الأوساط الحمضية . ولما كان سليولوز الورق يتعرض للتحلل المائي بفعل الأحماض ، فلقد كان من الضروري اختيار أقل الأحماض اتلافا للورق أثناء عمليات التبييض التي تجرى باستخدام برمنجنات البوتاسيوم .

وطبقا للدراسة التي قام بها كل من ستودينجر وسوركين (Staudinger and Sorkin) للوقوف على مدى تأثير الأحماض المختلفة على عملية التحلل المائي لسليولوز الورق ، فقد ثبت أن حمض النيتريك وحمض الكبريتيك هما أكثر الأحماض تأثيرا وأن تأثير حمض الكبريتيك يبلغ أكثر قليلا من نصف تأثير حمض الهيدروكلوريك . ومن ناحية أخرى فقد أثبتت هذه الدراسة أن حمض الفوسفوريك - وخاصة الأروثوفوسفوريك - يتميز دون غيره من الأحماض المعدنية بأنه ذات تأثير بطيء في عملية التحلل المائي لسليولوز الورق وبأنه ليست له تأثيرات أو تفاعلات جانبية مع برمنجنات البوتاسيوم ، كما أنه يزيد من فاعلية برمنجنات البوتاسيوم كعامل مؤكسد فضلا عن كونه يسهل نفاذ محلول برمنجنات البوتاسيوم إلى داخل الورق ، ومن ثم يزيد من فاعلية عملية التبييض ذاتها .

وقد وجد من التجارب الكثيرة التي أجريت في هذا الصدد انه كلما زاد محتوى محلول برمنجنات البوتاسيوم من حمض الفوسفوريك كلما زادت فاعليته في تبيض الورق وفي ازالة ما قد يوجد به من بقع لونية .

وعلى أية حال فقد ثبت بالتجربة أن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما تكون نسبة حمض الفوسفوريك في محلول برمنجنات البوتاسيوم من ٢ الى ٤ ٪ .

ويستخدم عادة في عملية التبييض محلول من برمنجنات البوتاسيوم تتراوح نسبة تركيزه من ٣٣٪ الى ٥٠٪ حسب الحالة .

وقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسة تأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوي على حمض الفوسفوريك بنسبة تتراوح من ٥٠٪ الى

٥ ٪ على الخواص الفيزيو - ميكانيكية لأنواع كثيرة من الورق وثبت لهما عدم حدوث نقص حاد في الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

(انظر الجدول)

وبالإضافة الى ذلك فقد قام كل من ستودينجر وسوركين بدراسة تأثير حمض الخليك على عملية التبييض باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ٠٠ ويستخلص من الدراسة التي قاما بها أن حمض الخليك يسرع كثيرا في عملية التبييض وخاصة في حالة البقع القديمة وأن فاعلية برمنجنات البوتاسيوم تزداد كثيرا عندما يستخدم محلول عشر عياري 0.1 N من حمض الخليك ٠٠ ويرى ستودينجر وسوركين عدم اضافة حمض الخليك الى محلول برمنجنات البوتاسيوم مسبقا قبل الاستعمال بل يجب أن توضع الأوراق المراد تبييضها أولا في محلول برمنجنات البوتاسيوم ثم يضاف اليها بعد ذلك المحلول العشر عياري من حمض الخليك .

وفيما يختص بتأثير محلول برمنجنات البوتاسيوم المحتوي على حمض الخليك بالنسبة المشار اليها على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأنواع المختلفة من الورق ، فقد أثبت كل من ستودينجر وسوركين عدم حدوث نقص حاد في هذه الخواص من جراء استخدام هذه المحاليل .

(انظر الجدول)

وعلى أية حال فإن التبييض وإزالة البقع باستخدام برمنجنات البوتاسيوم في الأوساط الحمضية ينتج عنه اصفرار في لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون ، وبالإضافة الى ذلك فإنه ينتج عن اختزال برمنجنات البوتاسيوم تكون أكاسيد المنجنيز ذات اللون البني التي تتداخل في ألياف الورق ٠٠ ولهذا السبب فإنه يلزم معالجة الورق بعد اتمام عملية التبييض لتحويل أكاسيد المنجنيز والكمية الزائدة من برمنجنات البوتاسيوم الى مركبات عديدة اللون سهلة الذوبان في الماء ٠٠ وقد كان يستخدم لهذا الغرض حمض الأوكساليك ، غير أن ستودينجر وسوركين قد أثبتا أن حمض الأوكساليك يؤدي الى حدوث تحلل مائي لسليولوز الورق مما يؤدي الى اتلافه .

ونتيجة للدراسات التي قام بها كل من ستودينجر وسوركين في هذا الخصوص فقد أمكن التوصل الى ثلاثة طرق لمعالجة الأوراق التي جرى تبييضها باستخدام محلول برمنجنات البوتاسيوم تتميز بأنها لا تحدث اصفرارا في لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون فضلا عن كونها لا تؤثر تأثيرا سيئا على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة ٠٠ وهذه الطرق هي :

١ - معالجة الورق باستخدام ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم : (Potassium methabisulphite)

ويستخدم لهذا الغرض محلول من ميتا بيكبريتيت البوتاسيوم درجة تركيزه ٢ % ٠٠ وقد لوحظ أن تأثير هذا المحلول بطلى جدا غير أنه يحقق النتيجة المرجوة دون تأثير على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

٢ - معالجة الورق باستخدام كبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من كبريتيت الصوديوم درجة تركيزه ١ % على أن يضاف إليه قليل جدا من حمض الليمونيك وقد ثبت أن معالجة الورق بهذه الطريقة لا تؤثر على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

٣ - معالجة الورق باستخدام هيدروكبريتيت الصوديوم :

ويستخدم لهذا الغرض محلول من هيدروكبريتيت الصوديوم درجة تركيزه تتراوح من ٢ % الى ٥ % ٠٠ وتعد هذه الطريقة من أفضل الطرق لمعالجة الأوراق التي جرى تبيضها باستخدام برمنجنات البوتاسيوم ، وذلك على أساس أنه قد ثبت بالتجربة أنها لا تؤثر على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للأوراق المعالجة حتى بعد أن أجرى عليها عمليات الاسراع الصناعي فى قدم الورق .

وقد أجرى كل من ستودينجر وسوركين عملية اسراع صناعى فى القدم لعينات من ورق الطباعة المصنوع من لب الخشب المصحون بعد معالجتها بمحلول برمنجنات البوتاسيوم ثم بالطرق الثلاثة السابق الاشارة اليها ، وذلك بغرض الوقوف على التغيرات التي قد تحدث بمرور الزمن فى لون الأوراق المعالجة ٠٠ وقد استمرت عملية الاسراع الصناعي فى القدم لمدة خمسة أيام عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٨٠ % .

ولعله من المفيد أن نورد للقارىء النتائج التى تحصل عليها وهى تتضح من الجدول الآتى :

المعالجة	قبل عمليات الاسراع الصناعي في قلم الورق	بعد عمليات الاسراع الصناعي لمدة خمسة أيام عند ٨٠ درجة م ورطوبة نسبية مقدارها ٨٠ %	ملاحظات
عينة رقم (١) قبل المعالجة محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من حمض الأوكساليك محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥% من حمض الأوكساليك محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من بيثا بيكرينيت البوتاسيوم محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + معلوم ٥% من هيدروكبريتيت الصوديوم عينة رقم (٢) قبل المعالجة محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من كبريتيت الصوديوم + محلول ٢% من حمض الأوكساليك محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من بيتا بيكرينيت البوتاسيوم محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥% من هيدروكبريتيت الصوديوم		خضاب رمادي اللون أكثر كثافة من ذلك الضباب انشأ حدث في حالة الأوراق غير المعالجة نفس الشيء نفس الشيء خضاب رمادي أكثر كثافة الى حد ما من ذلك الضباب الذي حدث للأوراق غير المعالجة اصفرار في لون الورق اصفرار قوي في لون الورق اصفرار أقل كثافة من الحالة التي استخدم فيها حمض الأوكساليك اصفرار ضعيف أقل كثرا من الحالات السابقة اصفرار ملحوظ في لون الورق	اصبح سطح الورق أكثر خشونة حدث تلف سطحي للورق لم يحدث تلف للورق لم يحدث تلف للورق
محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من كبريتيت الصوديوم + محلول ٢% من حمض الأوكساليك محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٢% من بيتا بيكرينيت البوتاسيوم محلول ١% من برمنجنات البوتاسيوم + محلول ٥% من هيدروكبريتيت الصوديوم	اصفرار لون الورق لم يحدث اصفرار في لون الورق خضاب باهت رمادي اللون اصفرار باهت جدا في لون الورق		

التبييض باستخدام المواد المختزلة

تختص عمليات التبييض باستخدام المواد المختزلة بمميزات من أهمها عدم تعرض الأوراق التي يجري تبيضها لتأكسد سيلولوز الورق ، وهو الأمر الذي يتسبب تحت ظروف معينة الى حدوث نقص خطير في الخواص الفيزيو - كيميائية والخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق ، ومنها أيضا عدم حدوث اصفرار في لون الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المصحون .

ويستخدم عادة في عمليات التبييض بالاختزال هيدروكبريتيت الصوديوم ، ونظرا للسرعة التي تتفاعل بها الهيدروكبريتات الذائبة ، ونظرا لسرعة تحللها بالأكسدة الذاتية فإن عملية التبييض يجب أن تتم بمعزل عن الهواء ، كما أنه يجب عدم تعرض الأوراق المعالجة للهواء الا بعد اتمام عملية التبييض .

وفي الواقع وبالرغم من المميزات التي تتميز بها عمليات التبييض باستخدام المواد المختزلة وبزغم النتائج المرضية جدا التي يمكن التحصل عليها ، الا أن الأخطار التي تحدث عند أى تقصير في مراعاة الاحتياطات السابق الإشارة إليها جعلت المعامل التي تعنى بعلاج وصيانة الورق تتجنب استخدامها .

وعلى أية حال فإنه يمكن تلخيص خطوات العمل فيما يأتى :

- ١ - يحضر محلول التبييض بإذابة ٥ جرام من هيدروكبريتيت الصوديوم في كل لتر من الماء .
- ٢ - تفسل الأوراق المراد تبيضها مما قد يكون عالقا بها من أتربة وأوساخ بوضعها في حوض به ماء جار مع مداومة هز الحوض من آن لآخر ومع مراعاة ألا تكون مواد الكتابة أو النقوش من النوع الذى يتأثر بالمحاليل المائية ، وفي حالة تأثره يجب تثبيت الكتابات النقوش قبل البدء في عمليات الغسيل .
- ٣ - تنقل الأوراق بعد ذلك الى محلول التبييض وتظل به الى أن تكتسب درجة البياض المناسبة .
- ٤ - تنقل الأوراق الى حوض به ماء جار وتظل به الى أن تزال آثار محلول التبييض المستخدم .
- ٥ - ترفع الأوراق وتنقل الى المكان المعد للتجفيف .
- ٦ - تفرد الأوراق بعد الجفاف بوضعها في مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

تنقية الأوراق من المواد غير السليولوزية (اللجنين)

فى عام ١٨٤٠ توصل العالم الألمانى كيللر الى طريقة جديدة لصنع الورق بصحن أنواع معينة من الأخشاب وذلك كبديل رخيص للجنين للورق المصنوع من الخرق أو الكتان أو غيره من النباتات ، والذي كان مستخدما من قبل .

وبالرغم من انتشار الورق المصنوع من الخشب المصحون فى الأزمنة اللاحقة ، الا أن عيوبه الناتجة عن تأثير ضوء الشمس - وخاصة الأشعة فوق البنفسجية - والحرارة والهواء وما به من تلوثات غازية على لونه وقوته بقيت بغير علاج حتى أمكن استخدام الطرق الكيميائية لمعالجة اليااف الخشب بعد عملية الصحن حيث أمكن تقليل كمية المواد غير السليولوزية الموجودة بالخشب - وخاصة اللجنين ، وهو المركب الذى يتسبب بصفة رئيسية فى تغير لون الورق - والتي تكون أجساما بنية اللون تظهر آثارها فوق سطحه عند تعرضه لتأثير ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسجية والحرارة .

وحيث أن امراض أو عيوب هذا النوع من الورق تتركز أساسا فى وجود مركب اللجنين فان علاجه وصيانتة لا يجب أن تقتصر فقط على القيام بما يعرف باسم عمليات التبييض ، بل تتطلب أيضا العمل على التقليل من كمية مركب اللجنين أو التخلص منه اذا كان هذا ممكنا ، وهذا ما يعرف باسم عمليات التنقية .

وحتى يمكن تبين ما يمكن أن يسببه مركب اللجنين ، فلمله يكون من المفيد أن نذكر شيئا عن تركيب الأخشاب ، وذلك على النحو التالى :

١ - المركبات السليولوزية ؛ وهى تشكل من ٦٧٪ الى ٨٠٪ من مكونات الخشب .

٢ - اللجنين ؛ وهو يشكل من ١٧٪ الى ٣٠٪ من مكونات الخشب .

٣ - السكريات والأملاح والأصماغ والدهون والتانينات ؛ وهى تشكل من ٣٪ الى ٨٪ من مكونات الخشب .

عمليات التنقية

فى عام ١٨٨٩ اكتشف العالمان الانجليزيان كروس وبيفان أن لجنين الأخشاب وغيرها من النباتات يمكن أن يتحد اما بالأكسدة أو بالاحلال مع الكلورين مكونا مركبات تذوب اما فى كبريتات الصوديوم أو المحاليل

القلوية أو الماء دون أن تتأثر بذلك المكونات السليولوزية في الأخشاب أو غيرها من النباتات .

والواقع أن هذه الطريقة رغم تطبيقها في الصناعة إلا أن استخدامها لعلاج الأوراق المصنوعة بطريقة يدوية من الخشب المسحون - وهي الأوراق التي كانت شائعة الاستخدام في الأزمنة القديمة - لم يلق أدنى استجابة لما يمكن أن يسببه لها من تلف .

وقى محاولة منى للتصدي لهذه المشكلة عندما كنت بصدد استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين في عمليات التبييض ، رأيت أن أبحث في إمكان استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين للتخلص من اللجنين أو حتى التقليل منه .

ويتميز غاز ثاني أكسيد الكلورين بخاصيتين فريدتين هما :

١ - فاعليته كعامل مؤكسد تزيد عن فاعلية الكلورين بمقدار ٢٦٣ ضعفا .

٢ - له قابلية كبيرة لأكسدة مركبات اللجنين وغيره من المواد التي تسبب تلون الورق وتحويلها الى مواد عديمة اللون تذوب في الماء دون أن يؤثر ذلك على المركبات السليولوزية في الورق .

وهاتين الخاصيتين بطبيعة الحال تجعلان استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين في تنقية الورق أمرا منطقيا ومرغوبا فيه ، خاصة لما ثبت من أن غاز ثاني أكسيد الكلورين ليس له تأثير على المكونات السليولوزية للورق .

ويتولد غاز ثاني أكسيد الكلورين بتفاعل غاز الكلور أو الأحماض أو مركبات الهيبوكلوريت مع كلوريت الصوديوم ، وذلك على النحو التالي :

١ - ٢ كلوريت الصوديوم + غاز الكلور → غاز ثاني أكسيد الكلورين + ٢ كلوريد صوديوم .

٢ - ٥ كلوريت صوديوم + ٢ حمض كبريتيك → ٤ غاز ثاني أكسيد الكلورين + ٢ كبريتات صوديوم .

٣ - كلوريت صوديوم + هيبو كلوريت صوديوم + ماء → ٢ غاز ثاني أكسيد الكلورين + ٢ هيدروكسيد صوديوم + كلوريد صوديوم .

ومن الناحية العملية فإنه يمكن استخدام غاز ثاني أكسيد الكلورين اما على هيئة غاز واما بتمريره في الماء واستخدام المحلول الناتج . ومن ناحية أخرى فإنه يمكن توليد غاز ثاني أكسيد الكلورين باضافة الفورمالين

الى محلول كلوريت الصوديوم ، وفي هذه الحالة يمكن استخدامه على هيئة حمام توضع به الأوراق المراد علاجها مباشرة •

والواقع أن لون الأوراق بعد علاجها بغاز ثاني أكسيد الكلورين يتحول الى اللون الأصفر وهذا يحتم تبييض الورق بعد انتهاء عملية العلاج •• وعلى هذا الأساس فإن عملية التنقية تتم على النحو التالي :

١ - أكسدة اللجنين وغيره من المواد التي تسبب تلون الورق وتحويلها الى مركبات عديمة اللون يمكن ازالتها بالماء •

٢ - إزالة مركبات اللجنين وغيره من المركبات بعد عملية الأكسدة •

٣ - تبييض الأوراق بالمعالجة •

وصوف نتكلم عنها بالتفصيل فيما بعد ••

أولا - عملية الأكسدة

وتتم هذه العملية إما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثاني أكسيد الكلورين باستخدام الجهاز الخاص بذلك والذي سبق الحديث عنه بالتفصيل ، وإما بتعريض الأوراق المراد علاجها لتأثير غاز ثاني أكسيد الكلورين على هيئة حمام لمدة لا تزيد عن نصف ساعة ، وذلك بالطريقة الآتية :

١ - يحضر محلول من كلوريت الصوديوم بإذابة ٢ جم من كلوريت الصوديوم في لتر من الماء •

٢ - توضع الأوراق المراد علاجها في المحلول •

٣ - يضاف الى المحلول بعد ذلك ٢٥ سم^٣ من الفورمالين •

ومن الأفضل أن تتم هذه العملية في الغرفة الخاصة بالجهاز المستخدم في عمليات العلاج بغاز ثاني أكسيد الكلورين حتى يمكن تجنب خطورة التعرض لغاز ثاني أكسيد الكلورين •

ثانيا - إزالة مركبات اللجنين المؤكسدة

بعد انتهاء عملية أكسدة اللجنين توضع الأوراق المعالجة في تيار ضعيف من الماء لمدة ١٥ دقيقة على الأقل •• وفي الحالات التي لا يمكن للماء فيها إزالة مركبات اللجنين المؤكسدة يستخدم محلول ٢٪ من ثيو كبريتات الصوديوم أو محلول ١٪ من هيدروكسيد الصوديوم حسب الحالة •

ثالثا - عملية التبييض

تبيض الأوراق المعالجة التي أزيلت منها مركبات اللجنين المؤكسدة باتباع طرق التبييض السابق الحديث عنها بالتفصيل ، وإن كانت تفضل طريقة التبييض باستخدام فوق أكسيد الهيدروجين لكونه لا يؤثر على الخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق ، الأمر الذي يتناسب مع الحالة التي أصبحت عليها الأوراق بعد مرورها بمراحل العلاج المختلفة .

الكشف عن وجود اللجنين قبل وبعد العلاج :

يكشف عن اللجنين قبل وبعد العلاج باتباع الطريقة الآتية : -
يلبل جزء صغير جدا من أحد الأركان غير الظاهرة بصحيفة الورق المراد فحصها بنقطة من حمض الهيدروكلوريك ثم بنقطة من محلول كحولي من مادة الفلوروجلوسين (Phloroglucin) نسبة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ وعند



• صورة فوتوغرافية تبين كمية اللجنين الموجودة بأحد الأوراق •
قبل وبعد العلاج

وجود اللجنين تتكون على الفور بقعة حمراء اللون تتناسب شدتها مع كمية اللجنين الموجودة في الورق .

وفي نهاية الحديث عن عمليات تبييض وتنقية الورق يهمني أن أشير الى كافة المواد التي تستخدم عادة في عمليات التبييض والتنقية ومدى تأثيرها على الخواص الكيميائية والخواص الفيزيو - ميكانيكية للورق حتى يتيسر للعاملين في هذا الحقل اختيار أفضل الطرق وأصلح المواد بما يكفى تحقيق أهداف العلاج دون إحداث تلف للكتيب والمخطوطات والوثائق . مع مراعاة أن الدراسات العملية لمعرفة مدى تأثير مواد التنقية والتبييض تجري على عينات من الورق تماثل في نوعيتها وخصائصها أوراق الكتيب والمخطوطات والوثائق المراد علاجها .

واقترنعا مني بأن لفظة الأرقام هي أكثر وسائل التعبير وضوحا فسوف أتناول هذا الموضوع في إطار النتائج التي انتهت إليها من خلال البحث الذي أجرته والذي تناولت فيه تنقية وتبييض الأوراق المصنوعة من الخشب ، وكذلك في إطار النتائج التي انتهت إليها غيرى من الدارسين في هذا المجال .

وثمة طريقتان للوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة في عمليات التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق ، أحدهما تعتمد على قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية باستخدام أجهزة قياس مدى تحمل الورق للطى ومدى قابليته للشد أو المط ومدى مقاومته للتمزق . أما الثانية فتعتمد على التحليل الكيميائي بالأسلوب الموضوعي (Spot analysis) وهي طريقة وصفية يمكن اتباعها في حالة عدم توفر أجهزة قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية ، وقد اتبعناها فعلا في البحث الذي قمت به وتحصلت عن طريقها على نتائج مرضية للغاية .

ولعله يكون من المفيد أن نذكر للتأريء طريقة التحليل الموضوعي التي يمكن بواسطتها الوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة في عمليات التنقية والتبييض ، وذلك قبل تناول النتائج التي انتهت إليها بعض البحوث والتي سوف يمكن عن طريقها معرفة واختيار أفضل الطرق وأصلح المواد التي يجب استخدامها في عمليات التنقية والتبييض ، وهذه الطريقة هي :

١ - يحضر محلول من نترات الفضة بإذابة ٢ جم من نترات الفضة في ٢٠ سم^٣ من الماء الدافئ .

٢ - يضاف إلى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالقدر الذي يكفى لتكون راسب بني .

٢ - تضاف الى محلول نترات الفضة بعد تكون الراسب البنى كمية زائدة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة .

٤ - تغمس الأوراق التى يجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بمواد التنقية والتبييض مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا .

٥ - ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونها .

ويمكن الوقوف على مدى تأثير مواد التنقية والتبييض على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق ، وذلك قبل وبعد معالجته بمواد التنقية والتبييض ، مع الأخذ فى الاعتبار ان شدة اللون تتناسب تناسباً طردياً مع درجة تأثير سليولوز الورق بهذه المواد .

أما فيما يختص بنتائج الدراسات التى أجريت فى هذا المجال فسوف أضعها بين يدي القارئ على صورة جداول وهى الطريقة التى صيغت بها ، وذلك حتى يتمكن من استخلاص مدلولها بطريقة مباشرة .

أولاً - الطرق الكيميائية :

١ - كفاءة المواد المستخلصة فى استخلاص اللجنين .

رقم التجربة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	٢٥	تحول لون الورق الناتج الى اللون
٢	١٠	٢٠٠	الاصفر المائل الى البنى
٣	١٠	٢٠٠	
٤	١٠	١	لم يحدث تغير ملحوظ فى صلابة
٥	١٠	١٥	الورق للعلاج .
٦	١٠	١٥	لم تتأثر مؤدة الكتابة .
٧	١٠	٢٠٠	زادت درجة نضاعة الورق وتغير لون
٨	١٠	صفر تقريباً	البياض البنية التى كانت موجودة قبل
٩	١٠	٢٠٠	العلاج الى اللون الاصفر المائل الى
			البنى .

جنول يوضح مدى فاعلية غاز ثاني أكسيد الكلورين فى استخلاص اللجنين . . وقد عبرت فيه عن الكميات النصفية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازاً كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم المعينة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق
٢	١٠	٩.٥	تأثرت صلابة الورق بدرجة صغيرة
٣	١٠	٩.٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة
٤	١٠	٩.٠٠	انخفضت صلابة الورق بدرجة ملحوظة زلزت درجة نضاعة الورق في جميع المعينات زيادة ملحوظة .

جدول يوضح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة هيبو كلوريت الصوديوم في استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازاً كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم المعينة	كمية اللجنين قبل العلاج	كمية اللجنين بعد العلاج	ملاحظات
١	١٠	١٠	لم تتأثر صلابة الورق بالعلاج
٢	١٠	١٠	» » » »
٣	١٠	١٠	» » » »
٤	١٠	١٠	» » » »
			● بقيت درجة نضاعة الورق كما هي دون تغير ملحوظ .

جدول يوضح فاعلية غاز الكلور المتولد من مادة الكلورامين (ت) في استخلاص اللجنين ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية لللجنين قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازاً كمية اللجنين الموجودة بالورق قبل العلاج القيمة (١٠) .

(ب) تأثير مواد التبييض على المكونات السليولوزية للورق :

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج .
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب)
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	٩٥
٩	١٠	١٠ (على وجه التقريب)

جدول يوضح تأثير غاز ثاني أكسيد الكلورين على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج
١	١٠	٩٠٠
٢	١٠	٨٥٠
٣	١٠	٨٠٠
٤	١٠	٨٣٠
٥	١٠	٨٥٠
٦	١٠	٧٥٠
٧	١٠	٩٠٠
٨	١٠	٨٣٠
٩	١٠	٨٥٠

جدول يوضح تأثير هيبوكلوريت الصوديوم على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطي مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) .

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير الكلورامين (ت) على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم العينة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	٩٥٠
٢	١٠	٩٥٠
٣	١٠	٨٥٠
٤	١٠	٩٥٠
٥	١٠	٩٥٠
٦	١٠	٩٥٠
٧	١٠	٨٥٠
٨	١٠	٨٥٠
٩	١٠	٩٥٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأوكسيجين) دون أن تضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم الهيئة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠
٢	١٠	١٠
٣	١٠	١٠
٤	١٠	١٠
٥	١٠	١٠
٦	١٠	١٠
٧	١٠	١٠
٨	١٠	١٠
٩	١٠	١٠

جدول يوضح تأثير فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين)
المضاف اليه مواد قلوية على المكونات السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت
فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام
وأعطيت مجازا كمية المكونات السليولوزية قبل العلاج القيمة (١٠) •

رقم الهيئة	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل العلاج •	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد العلاج •
١	١٠	١٠ (على وجه التقريب)
٢	١٠	• ١٠
٣	١٠	• ١٠
٤	١٠	• ١٠
٥	١٠	• ١٠
٦	١٠	• ١٠
٧	١٠	• ١٠
٨	١٠	• ١٠
٩	١٠	• ١٠

جدول يوضح تأثير هيدروكبريتيت الصوديوم على المكونات
السليولوزية للورق ٠٠ وقد عبرت فيه عن الكميات النسبية للمكونات
السليولوزية قبل وبعد العلاج بالأرقام وأعطيت مجازا المكونات السليولوزية
قبل العلاج القيمة (١٠) •

ثانيا - طرق قياس الخواص الفيزيو - ميكانيكية

قبل أن أبدا في سرد نتائج الدراسات التي أجريت بغرض الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية التي تستخدم عادة في عمليات تبييض الورق على خواصه الفيزيو - ميكانيكية ، يهمني أن أنوه الى أن النتائج التي سوف يأتي ذكرها في هذا الخصوص مستخلصة من عدد من الدراسات قام بها مركز الصيانة والترميم بمكتبة ليننجراد الشهيرة .

وقد أجريت هذه الدراسات باستخدام عينات مأخوذة من أنواع مختلفة من أوراق الطباعة وأوراق الجرائد لكونها أقل أنواع الأوراق ثباتا وأكثرها قابلية للتلف بفعل المواد الكيميائية . وهذه النتائج هي :

رقم سلسلة	المعالجة	مدى تحمل الورق للظي معبرا عنه بعدد مرات الظي للمدوجة .		مقاومة الورق للكسر معبرا عنها بالكيلوجرام		قابلية الورق للشد او الط معبرا عنها بالنسبة للثوية .	
		السرعة في القدم للمدة	السرعة في القدم للمدة	السرعة في القدم للمدة	السرعة في القدم للمدة	السرعة في القدم للمدة	السرعة في القدم للمدة
١ -	معلول ٥٠% من حمض الفوسفوريك	٩١	٤٧	٢٦	٢٥٦	٢٣٦	٢١٩
٢ -	معلول ١% من حمض الفوسفوريك	٧١	٣٩	٢٢	٢٣	٢٣٢	٢١١
٣ -	معلول ٢٥% من حمض الفوسفوريك	٧٨	٧٠٠	٣٧	٢٣٤	٢٥٤	٢٢٨
٤ -	معلول ٥% من حمض الفوسفوريك	٧٨	٥٥	٣٤	٢٥٢	٢٥٩	٢٣٦
٥ -	عينة غير معالجة بعضى الفلورسأوريك	٦١٨٠	٦٦٠	٢١	٣٠٨	٢٧٥	٢٧١

جدول يوضح مدى تأثير حمض الفوسفوريك الذي يستخدم في عمليات تبييض الورق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (viswera) بحمض الفوسفوريك الذي تراوحت نسب تركيزه من ٥٠% الى ٥% لمدة ٢٠ دقيقة ، وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعى فى القدم التى أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠°م ودرجة رطوبة نسبة مقدارها ٧٠% .

جاء كل يوضح تأثير كل من حمض الأوكساليك وحمض الخليك اللذين يستخدمان في عمليات تبيض الورق باستخدام برمنجنات البوتاسيوم على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت عينات الورق المخزنة من ورق الجرائد ومن ورق الترشيع المستخدم في المعامل بنسب تركيز مختلفة من هذين المحضين وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع المصنعي في القلم التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

العالجة ونوع الورق المستخدم	مدى تحمل الورق للحرق عند بحد		مقاومة الورق للكسر معبرا عنه		قابلية الورق للتدثر او الكسر معبرا عنه	
	مراعات التحمل المزدوجة	القلم	العمليات الاسراع	العمليات الاسراع	قبل عمليات الاسراع	القلم لمدة خمسة ايام
ورق جرائد من نوع جوردكي (Gorell)	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
ورق ترشيح من النوع المستخدم في الكحل	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
ورق التبييض دون معالجة	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥
	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥	١٦٦٥

جدول يوضح تأثير محلول نسبة تركيزه ٢٠ ٪ من هيدروكربونيت الصوديوم الذي يستخدم في عمليات التبييض باستخدام برميجينات البوتاسيوم على الصسلاية الميكانيكية للورق وقد عولجت عينه الورق المختونة من ورق الجرائد من نوع جوركي بمحلول هيدروكربونيت الصوديوم لمدة ٢٠ دقيقة ثم عولجت بالهـ لمدة ٢٠ دقيقة أخرى وذلك قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في القلم التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبية نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجة	على تعديل الورق لكي مديرا عنه		مقاومة الورق للكسر مديرا عنه		قابلية الورق لقطع أو القشر مديرا عنه	
	بمسح مرات التي الزدوجة .	قيل الاسراع الصناعي في القلم	اسراع صناعي في القلم لمدة خمسة أيام .	قيل عمليات الاسراع الصناعي في القلم	قيل عمليات الاسراع الصناعي في القلم لمدة خمسة أيام .	اسراع صناعي في القلم لمدة خمسة أيام .
المعالجة بدون معالجة	٣	من ٠,٩ الى ١,٣	١,٨٩	من ١,٦٤ الى ١,٨١٣	١,٨١	من ٠,٩٢ الى ٠,٩٩
المعالجة بمحلول من هيدروكربونيت الصوديوم نسبة تركيزه ٢٠ ٪ لمدة ٢٠ دقيقة .	٣,٥	١,٥	١,٩٠	١,٦١	١,٤٢	٠,٩١
المعالجة بالهـ لمدة ٢٠ دقيقة	٢,٢	١,٥	١,٥٤	١,٧٣	١,٣٠	٠,٩١

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الأحبار على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت عينات الورق المأخوذة من ورق الطباعة من النوع المعروف باسم (Arkhangelsk) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجة	تعمل الورق للطي معيروا عنه بعدد مرات الطي للزوجة		مقاومة الورق للكسر معيروا عنها بالكيلو جرامات		قابلية الورق للشد أو الطع معيروا عنها بالنسبة للثوية .	
	قبل عمليات الاسراع الصناعي في القيم	اسراع صناعي في القيم التي خضعت إليها	قبل عمليات الاسراع الصناعي في القيم	اسراع صناعي في القيم التي خضعت إليها	قبل عمليات الاسراع الصناعي في القيم	اسراع صناعي في القيم التي خضعت إليها
١ - الحالة البدئية بدون معالجة	١٢٠٦	س٤	٣٠٣٥	٢٠٨٥	٢٠٧٧	١٠٦٥
٢ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات)	١٢٠٩	صفر	٢٠٦٧	١٠٦٦	٢٠٩٨	س٤
٣ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من حمض الاوكساليك (٤ مرات)	١١٠٢	صفر	٢٠٧٩	١٠٤٥	٢٠٤٨	٥٨
٤ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم	١٥٥٥	س٧	٣٠٠٣	٢٠٥٠	٢٠٥٦	من ١٠٦ إلى ١٠٨
٥ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بعد معالجة أولية بمحلول ١٪ من حمض الخليك وأخيرا معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)	١٤٠٢	س٤	٢٠٩٩	٢٠٥٣	س٧	١٠٧٩
٦ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ١٪ من حمض الخليك وأخيرا معالجة بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات)	١٠٠٦	س٨	٢٠٨٣	٢٠٨٩	٢٠٥٢	٢٠٠٢
٧ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بعد ذلك بمحلول ٢٪ من ميثانوكبريتيت البوتاسيوم (٤ مرات)	١٠٠٩	س٤	٣٠٠١	٢٠١٥	٢٠٩٩	س٤

جدول يوضح تأثير محاليل التبييض المستخدمة لازالة بقع الأجبار على الصلابة الميكانيكية للورق . وقد عولجت الأوراق المأخوذة من ورق الجرائد من نوع جوركي (Gorkii) قبل وبعد عمليات الاسراع الصناعي في قدم الورق التي أجريت للورق عند درجة حرارة ٨٠ درجة م ودرجة رطوبة نسبية مقدارها ٨٠ ٪ .

المعالجة	تعمل الورق للطي		مقاومة الورق للكرس		قابلية الورق للشد او الطي معبرا عنها بالنسبة المثوية	
	السرعة الاصناعي في القدم	السرعة صناعي في القدم خمس في اليوم	السرعة الاصناعي في القدم	السرعة صناعي في القدم خمس في اليوم	السرعة الاصناعي في القدم	السرعة صناعي في القدم خمس في اليوم
١ - معالجة اليدوية بدون معالجة . ٢ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الأوكساليك واخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) . ٣ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من حمض الليمونيك واخيرا بمحلول ٢٪ من كبريتيت الصوديوم (٤ مرات) . ٤ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) . ٥ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم بمحلول ١٪ من حمض الفخليك واخيرا بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) . ٦ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم ثم معالجة تالية بمحلول ٢٪ من ميتا بيكريدات البوتاسيوم (٤ مرات) . ٧ - معالجة بمحلول ١٪ من برمنجنات البوتاسيوم بنسبة ٥٠٪ وحمض اللوسفوريك بنسبة ٠.٢٪ ثم معالجة تالية بمحلول ٥٪ من هيدروكبريتيت الصوديوم (٤ مرات) .	٣.٢	من ٠.٩ الى ١.٣	١.٨٩	من ١.٦٤ الى ١.٨٣	١.١	
	٤.٤	مفسر	١.٦٢	١.٥١		
	٣.١	١	١.٧٥	١.٦٦	١.٢٤	
	٤.٣	٠.٩	١.٧٣	١.٧٦	١.١٤	
	٢.٨	٠.٣	١.٦	١.٣٨		٠.٧١
	٤.٦	٠.٨	١.٥٨	١.٥٧		٠.٨٨
	٣.١	١.٣	١.٧٥	١.٥٩		٠.٩

سادسا - ازالة الحموضة الزائدة

أثبت بارو (W. J. Barrow) أن الأحماض الحرة تتواجد عادة بالورق اما عن طريق المواد المستخدمة في صناعة الورق - وبالأخص الشبب والقلونية - أو عن طريق الشوائب الغازية الحمضية الموجودة بالجو - وبالأخص غاز ثاني أكسيد الكبريت - أو عن طريق الأحبار المستخدمة في الكتابة - وبالأخص أحبار الحديد - كما أثبت أن الأحماض الحرة تعد واحدة من الأسباب الرئيسية التي تؤدي إلى تلف الورق •

ولقد سبق أن ذكرنا أن الأحماض الحرة القوية تؤدي إلى تكسر أو تهتك الروابط الكيميائية التي تربط بين جزيئات الجلوكوز في سلاسل السليولوز مؤدية إلى إضعاف متانةلياف السليولوز وهذا بدوره يؤدي إلى ضياع أو فقد قوة الأوراق المصنوعة منها •• وقلنا أيضا أنه يتعين لهذا السبب مداومة قياس درجة حموضة الورق (PH. Value) حتى لا يتأخر علاجه عن الوقت المناسب •

والآن وقبل أن نتناول طرق ازالة الحموضة الزائدة يهمني أن أبين للقارئ ماذا يعني الكيميائيون بقولهم هذا حمض قوى وذاك حمض ضعيف أو هذه مادة قلوية قوية وتلك مادة قلوية ضعيفة ، وذلك حتى لا يحدث خلط بينها وبين الألفاظ التي تستخدم للتعبير عن كمية الأحماض أو القلويات في محاليلها والتي يعبر عنها عادة بالقول هذا حمض مركز وذاك حمض مخفف أو هذه مادة قلوية مركزة وتلك مادة قلوية مخففة •

ويعني بالحمض القوى أو المادة القلوية القوية ، الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا كاملا معطيا أيونات هيدروجين (H^+) بالنسبة للحمض أو أيونات هيدروكسيل (OH^-) بالنسبة للمادة القلوية •• أما الحمض الضعيف أو المادة القلوية الضعيفة ، فهو الحمض أو القلوى الذى يتأين فى محلوله تأينا محدودا معطيا عددا قليلا جدا من أيونات الهيدروجين أو أيونات الهيدروكسيل ، وتكون هذه الأيونات فى حالة توازن مع الجزء غير المتأين من الحمض أو المادة القلوية •

ولما كان أخطر غازات التلوث الجوى هو غاز ثاني أكسيد الكبريت الذى يتحول كما سبق أن ذكرنا إلى حمض الكبريتيك ، وهو أحد الأحماض القوية ، فسوف تتطلب عملية ازالة حموضة الورق استخدام قلويات قوية حتى تتم بالكفاءة المطلوبة ، الأمر الذى قد يؤدي إلى تلف الأوراق المعالجة ومن هذا يمكن القول بأنه يجب أن تتوفر فى المادة القلوية التى يمكن استخدامها بأمان فى عمليات ازالة حموضة الورق الخصائص الآتية :

- ١ - يجب أن تكون أحد القلويات القوية التي تكون أملاحا متعادلة .
 - ٢ - يجب أن يكون القدر الزائد من المادة القلوية المستخدمة الذي يظل بالأوراق المعالجة قابلا للتحويل إلى الحالة المتعادلة .
- ولعل من أفضل المواد القلوية التي يتحقق فيها هذان الشرطان هيدروكسيد الكالسيوم ، وذلك على أساس أنه مادة قلوية قوية ولكنه يتحول بسهولة بفعل غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو أو بتفاعله مع محلول بيكربونات الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم وهي مادة بيضاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان في الماء .
- ويستخدم هيدروكسيد الكالسيوم لإزالة الحموضة الزائدة من الأوراق في الحالات التي لا تتأثر فيها النقوش والكتابات بالماء أو المحاليل المائية ، وذلك باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - توضع الأوراق المراد علاجها بين شبتين من الألومنيوم .
 - ٢ - تغمس الأوراق بعد ذلك لمدة عشرين دقيقة في ماء الجير - هيدروكسيد الكالسيوم - وحيث لا تزيد درجة تركيزه عن ١٥ ٪ ، وبذلك يتعادل الحمض الموجود بالورق وفي نفس الوقت سوف تظل بالأوراق المعالجة كمية صغيرة من الجير زيادة عن الكمية اللازمة لمعادلة الحمض .
 - ٣ - تنقل الأوراق مباشرة إلى حمام آخر به محلول من بيكربونات الكالسيوم الذائبة في الماء بنسبة تركيز ٢٠ ٪ لمدة عشرين دقيقة أخرى .
- وبهذه الكيفية سوف تتحول الكمية الصغيرة من الجير أي هيدروكسيد الكالسيوم التي تحتويها الأوراق المعالجة إلى كربونات الكالسيوم التي تلتصق بالورق وتحفظه في المستقبل إذا تعرض لفعل أجواء حمضية .
- أما في حالة الأوراق التي تتأثر فيها النقوش والكتابات بالماء أو بالمحاليل المائية فيمكن استخدام مواد قلوية من النوع القابل للذوبان في المذيبات العضوية . ويستخدم عادة لهذا الغرض هيدروكسيد الباريوم الذائب في الكحول المثلث النقي ، وذلك على أساس أن هيدروكسيد الباريوم فضلا عن قابليته للذوبان في الكحول يتميز - شأنه في ذلك شأن هيدروكسيد الكالسيوم - بأنه أحد القلويات القوية وبأنه يتحول إلى كربونات الباريوم ، وهي مادة بيضاء متعادلة تقريبا وغير قابلة للذوبان في الماء . وتجري عملية إزالة الحموضة الزائدة باستخدام هيدروكسيد الباريوم في الخطوات الآتية :

١ - يحضر محلول هيدروكسيد الباريوم بإذابة ١٩ جم من هيدروكسيد الباريوم (Bariumhydroxide octahydrate) فى لتر من الكحول المثلل النقى .

٢ - توضع الأوراق المراد علاجها على لوح نظيف من الزجاج .

٣ - تعالج الأوراق اما برشها بالمحلول باستخدام مسدس رش صغير أو باستخدام فرشاة ناعمة رقيقة .

٤ - تترك الأوراق لتجف ثم تفرد بوضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة ٢٤ ساعة .

ومن الضرورى جدا قبل البدء فى العمل اختبار مدى مقاومة مواد الكتابة لتأثير المحلول المستخدم لازالة الحموضة .

سابعاً - الصقل والتقوية بالطرق اليدوية والميكانيكية

من المعروف جيداً أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تتغير بمرور الزمن ، وهو ما يعبر عنه بتقادم الورق . و يترتب على قدم الورق حدوث نقص فى متانته ، أى حدوث نقص فى صلابته الميكانيكية . ويتضح هذا من إصابة الأوراق القديمة بالضعف أو التفتت .

ويتوقف مدى التلف الذى يتعرض له الورق على عدة عوامل منها ، نوعية الألياف والمواد غير السليولوزية التى تدخل فى تركيبه ومنها أيضاً طبيعة الأجواء التى يتعرض لها سواء عند العرض أو عند التخزين .

ولما كانت التغيرات التى تحدث فى الخواص الفيزيائية والكيميائية للورق تسير فى اتجاه واحد ، أى أنها غير عكسية (Irreversible) فإنه يصبح من الضرورى صقله وتقويته سواء بالطرق اليدوية أو الميكانيكية حتى يمكن بذلك تناوله والمحافظة عليه .

وفيما يلى سوف نتناول بالتفصيل عمليات الصقل والتقوية التى تجرى للأوراق القديمة والمواد التى تستخدم فيها وهى على النحو التالى :

أولاً - عمليات الصقل

يفقد الورق قوته وتزداد مساميته عندما تتآكل مواد الصقل ويتحول تدريجياً الى ما يشبه أوراق النشاف ، وبذلك تزداد قابليته للتبقع مما يستوجب إعادة صقله .

ويجب قبل إعادة الصقل تثبيت الكتابات والنقوش وتنظيف الورق مما قد يكون عالقا به من أتربة وأوساخ سواء كانت هذه الأتربة والأوساخ سطحية أو متداخلة بين أليافه ، كما يجب إزالة الحوضرة الزائدة والقيام بعمليات التبييض لازالة البقع والأوساخ التي لا تجدى معها عمليات الفسيل العادية .

ويستخدم فى عمليات إعادة الصقل أحد المواد الآتية حسب طبيعة الورق والحالة التى أصبح عليها وحسب الظروف السائدة فى أماكن العرض والتخزين وهى :

١ - محلول غراء الأرنب أو الجيلاتين ٠٠ وهو يتكون من :

١٢ جم	غراء أرنب أو جيلاتين
٠٤٨ جم	أحد الصوابين أو المنظفات غير الأيونية
٢٤ مليلترا	كحول نقى
٨ مليلترا	جلسرين
٢٥ مليلترا	بيتانافثول (محلول كحولى ١٠٪)
٣١٥ مليلترا	ماء

ويحضر بالطريقة الآتية :

ينقع الغراء أو الجيلاتين فى الماء البارد حتى ينتفخ ثم يصفى الماء .
يضاف الى الغراء أو الجيلاتين بعد ذلك كمية من الماء الساخن مقدارها ١٩٥ سم مع التقليب المستمر حتى يتم ذوبان الغراء أو الجيلاتين .
يذاب الصابون فى ١٢٠ سم من الماء الساخن وذلك فى اناء منفصل .

يخلط محلولوا الغراء والصابون معا ثم يصفى المحلول الناتج من خلال قطعة من قماش الشاش دقيق الفتحات .
يضاف الكحول والجلسرين والبيتانافثول ويقلب المحلول جيدا ويحفظ فى زجاجة محكمة الغلق .

ومن الضروري تسخين المحلول عند الاستخدام لدرجة ٥٠ درجة م .

٢ - محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز
Sodium Carboxy methyl Cellulose

ويحضر هذا المحلول بإضافة ٣٠ جم الى لتر من الماء الدافئ .
ويقلب جيدا حتى يتكون محلول متناسق القوام .

٣ - محاليل لدائن البولى ميثاكريلات (Polymethacrylates)

وهى احدى اللدائن التى تنتمى الى النسوع المعروف باسم لدائن الترموبلاستيك (Thermo plastic) أى اللدائن التى تنصهر أو تلين بالحرارة ثم تتجمد ثانية عندما تبرد . . ومثل هذه اللدائن تكون عادة قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية الا اذا كانت ذات تبلر عال جدا . . ولدائن البولى ميثاكريلات ثابتة فى الضوء وقابلة للذوبان فى الطولوين وزيت التربنتين والهيدروكربونات الأليفاتية التى تحتوى على ٢٥٪ على الأقل من الهيدرو - كربونات الأروماتية . . ومن أنواعها الشائعة الاستعمال النوع المعروف بالاسم التجارى البيداكريل (Bedacryl 122 X) وهو يستخدم بعد تخفيفه بالطولوين . . وتوجد مستحلبات (Emulsion) أساسها لدائن الميثاكريلات تنتجها شركات كثيرة تحت أسماء تجارية منها الروبلكس ١٠ ج ٣٣ (Rhoplex A-C 33) والبريمال (Primal) وجميع هذه المستحلبات - أى المحاليل المائية لللدائن البولى ميثاكريلات - تحتوى على المادة الصلبة بنسب تتراوح ما بين ٢٠ ، ٢١ ٪ وهى تستخدم فى عمليات الصقل بعد تخفيفها بالماء الى نسب التركيز المناسبة للحالة موضوع العلاج .

وتستخدم لدائن البولى ميثاكريلات فى عمليات الصقل بعد اذابتها فى المذيبات العضوية بنسب تركيز مناسبة أو بعد تخفيف مستحلباتها بالماء الى درجة التخفيف الملائمة أو على صورة بودرة دقيقة الجبيبات تحضر خصيصا لهذا الغرض بطريقة معينة سوف نتناولها فيما بعد ، أو على هيئة لدائن مشتركة (Copolymer) من المثيل اكريلات (Methyl acrylate) والمثيل ميثاكريلات (Methyl methacrylate) تحضر خصيصا لهذا الغرض بطريقة خاصة سنتناولها أيضا فيما بعد عند الحديث عن طرق إعادة صقل الأوراق القديمة .

وفىما يلى سوف نتحدث عن الطرق التى يمكن اتباعها فى عمليات إعادة الصقل تطبيقا على بعض المواد الشائعة الاستخدام فى هذا المجال وذلك على النحو التالى :

صقل الأوراق القديمة باستخدام لدائن الميثاكريلات المشتركة من المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات .

Aqueous Dispersion of the Copolymer of
Methyl Acrylate and Methyl Methacrylate.

والواقع هو أن كلا من لدائن المثيل أكريلات والمثيل ميثاكريلات
ينفرد بخصائص مميزة له ، فلدائن الميثاكريلات تعطى بعد جفافها غشاء
شديد الليونة ، أما لدائن المثيل ميثاكريلات فانها تعطى بعد جفافها غشاء
صلباً شفافاً ولكنه ثابت من الناحية الكيميائية ، ولذلك فإن الجمع بينهما
فى صورة لدائن مشتركة (Copolymer) سوف يعطى بعد الجفاف غشاء
يجمع بين خواصهما ومميزاتها ، وهذا أمر مستحب بطبيعة الحال .

وتجرى عملية الصقل باتباع الخطوات الآتية :

١ - تحضر لدائن المثيل اكريلات والمثيل ميثاكريلات المشتركة بإضافة
مونومر المثيل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer)
الى مستحلب البولى ميثل اكريلات السابق تسخينه الى درجة حرارة
٧٥ درجة م ببطء شديد مع مداومة التقليب بواسطة جهاز تقليب
كهربائى حتى يمتزجا تماما ، وبعد ذلك يسخن المزيج لمدة ساعة
عند درجة حرارة ٨٠ درجة م .

وقد أثبتت التجارب أنه كلما قلت نسبة المثيل ميثاكريلات
كلما زادت ليونة الغشاء الناتج بعد الجفاف وأن أفضل النتائج
يمكن الحصول عليها بإضافة مونومر المثيل ميثاكريلات الى مستحلب
البولى ميثل اكريلات بنسبة ٥٠ الى ١ .

٣ - يخفف مستحلب لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تجهيزه بالماء
بنسبة ١ : ٢ أو ١ : ٣ حسب الحالة .

٣ - يضاف الجلوسرين - وهو هنا يستخدم كمادة ملدنة - الى مستحلب
لدائن المثيل اكريلات المشتركة بعد تخفيفه بنسبة ١ : ٤ كما يضاف
اليه نقطة بنقطة كمية من محلول النوشادر تكفى لجعله قويا .

٤ - توضع الأوراق المراد إعادة صقلها على الواح من الزجاج مبللة بالماء
ثم تفرد بالضغط عليها بحذر شديد بإراحة اليد .

٥ - تسقى الأوراق بعد فرزها بمستحلب لدائن الميثاكريلات المشتركة
بعد تجهيزه على النحو المشار اليه باستخدام فرشاة ناعمة ، وعلى أن
يراعى عدم الإفراط فى استخدام المستحلب .

٦ - ترفع الأوراق المعالجة بعد أن تتشرب المستحلب وتوضع بين ورقتين
من الورق المشبع بشمع البرافين ، ثم تنقل الى مكبس يدوى وتظل
به الى أن تجف تماما .

صقل الأوراق باستخدام بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولي مثيل ميثاكريلات

لدائن البولي مثيل ميثاكريلات هي نوع من راتنجيات الاكريليك وتتميز بشفافيتها الكبيرة وبثباتها الكيميائي .. وللمصول على بودرة دقيقة الحبيبات من لدائن البولي مثيل ميثاكريلات قابلة للالتصاق بسطح الأوراق المراد صقلها يجب أن تتم عملية استحلاب وبلورة مونومر المثيل ميثاكريلات (Methyl Methacrylate monomer) في الماء ..

وتحضر بودرة البولي ميثاكريلات دقيقة الحبيبات على النحو الآتي :

١ - توضع كمية مناسبة من ماء ساخن درجة حرارته ٧٠ درجة م في قارورة من الزجاج مستديرة القاع ويضاف اليه مونومر المثيل ميثاكريلات بنسبة في حدود ١ : ٥ ببطء شديد مع مداولة التقليب، ثم تضاف اليهما مادة بيكراتات الأمونيوم (Ammonium persulphate)

وهي تعمل هنا كمادة مستحلبة وكعامل مساعد
(Emulsifier and Catalyst)

وذلك بواقع ٥ ٪ بالنسبة لمونومر المثيل ميثاكريلات .

٢ - يركب على القارورة الزجاجية مكثف مائي (Reflux condenser) وتوضع على حمام مائي درجة حرارته حوالي ٨٥ درجة م لمدة ساعة على الأقل (*) .

٣ - بعد أن يتم التفاعل وتكون بودرة البولي مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات يرشح الماء أو يصفى وتجفف البودرة في درجة الحرارة العادية باستخدام تيار من الهواء وبذلك تصبح صالحة للاستعمال في عملية الصقل .

(*) لا بد من التنويه الى أن ظروف العمل الصحيحة في عملية تحضير بودرة البولي مثيل ميثاكريلات من حيث نسبة مونومر المثيل ميثاكريلات الى الماء وكذلك كمية المادة المستحلبة ودرجة الحرارة المناسبة والوقت الذي يستغرقه التفاعل لا بد وأن تحدد وفق تجارب عملية ، وذلك على أساس أنه لم يمكن الوصول الى مواصفات معينة يمكن العمل وفقا لها في كل الحالات .. وعلى أية حال فإنه يمكن الحكم على نجاح عملية تحضير بودرة البولي مثيل ميثاكريلات بعدم تكون طور زيتي (Oily phase) كناتج جانبي أثناء عملية البلورة .. ومن ناحية أخرى يمكن الوقوف على حدوث التفاعل من طريق فحص شريط من الورق في المحلول ثم رفعه وتجفيفه .. وتكون بودرة بيضاء شديدة الالتصاق بسطح الورق يدل دلالة واضحة على انتهاء التفاعل بطريقة سليمة .

وتجرى عملية إعادة صقل الأوراق القديمة باستخدام بودرة البولي
مثيل ميثاكريلات دقيقة الحبيبات باتباع الخطوات الآتية :

١ - بعد الانتهاء من تحضير بودرة البولي مثيل ميثاكريلات توضع الأوراق
المعاد صقلها على ألواح من الزجاج ثم يغطى سطحها بطبقة رقيقة
من هذه البودرة باستخدام فرشاة ناعمة جافة من الوبر ، وذلك عن
طريق غمسها فى البودرة ثم المرور بها برفق على سطح صحائف
الورق إلى أن تملأ مسامها ويتغطى سطحها بطبقة رقيقة جدا من
البودرة .

٢ - تغطى الأوراق بعد تشبيع مسامها وتغطيتها سطحها بالبودرة بقماش
من الملينكس ثم يضغط عليها بكمواه كهربائية محماه لدرجة حرارة
٨٠ درجة م إلى أن تلتصق البودرة بالورق تماما .

٣ - تقلب صحائف الورق وتعالج من الأسطح الخلفية بنفس الطريقة
السابقة .

وتعتبر هذه الطريقة من أفضل الطرق التى يمكن اتباعها لصقل
الأوراق القديمة التى تتأثر كتاباتها ونقوشها بالمحاليل المائية أو المذيبات
المضوية .

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت التجارب الكثيرة التى أجريت على
الأوراق التى عولجت بهذه الطريقة أن بودرة البولي مثيل ميثاكريلات ليس
لها تأثير سيئ على الخواص الفيزيوية - ميكانيكية للأوراق المعالجة .

صقل الأوراق القديمة بلدائن الميثاكريلات الذاتية

فى مذيبات عضوية

ويستخدم فى عملية صقل صحائف الورق القديمة بلدائن
الميثاكريلات الذاتية فى المذيبات العضوية النوع الذى ينتج تجاريا تحت
اسم البيداكريل (Bedacryl 122 X) بعد تخفيفه إلى الدرجة المناسبة
باستخدام مزيج من المذيبات العضوية مكون من الطولوين والأسيتون
والكحول الإيثيل بنسب متساوية أو بعد تخفيفه باستخدام الداي
كلوروثيان .

وتجرى عملية صقل الأوراق القديمة فى هذه الحالة باتباع الخطوات
الآتية :

١ - تفرد الأوراق المراد صقلها على ألواح من الزجاج .

- ٢ - يحضر محلول الصقل بنسبة تركيز تتراوح ما بين ٢ ، ٣ ٪ باستخدام المذيبات العضوية السابق الإشارة إليها .
- ٣ - ترش الأوراق بمحلول البيداكريل باستخدام مسدس رش مناسب القوة أو باستخدام فرشاة ناعمة .
- ٤ - تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة .
صقل الأوراق القديمة باستخدام محلول غراء الأرنب أو الجلوتين أو باستخدام محلول الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز -
ويجرى العمل في هذه الحالة باتباع الخطوات الآتية :
 - ١ - تحضر المحاليل بالطريقة السابق الإشارة إليها .
 - ٢ - توضع صحائف الورق المراد صقلها على الواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد .
 - ٣ - تسقى الأوراق بمحاليل الصقل باستخدام فرشاة ناعمة مع مراعاة عدم استخدام محاليل الصقل بكمية تزيد عن القدر الواجب .
 - ٤ - تترك الأوراق لتجف ثم يعالج السطح الآخر بنفس الطريقة .
 - ٥ - ترفع الأوراق المعالجة وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوي أو آلي وتظل به الى أن يتم فردهما تماما .

ثانيا - عمليات التقوية

(١) التقوية اليدوية :

تقوى الأوراق القديمة التى فقدت قوتها الى درجة كبيرة بتغليفيها بنوع شفاف ورقيق جدا من الورق يعرف باسم الورق اليابانى أو الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese Paper tissue) وباستخدام أحد المواد اللاصقة السابق الإشارة إليها وهى :

- محلول من غراء الأرنب أو الجلوتين .
- محلول ٣٪ من الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز .
- مستحلبات البولي ميثاكريلات .

وتجرى عملية تقوية الأوراق القديمة بالطرق اليدوية باتباع الخطوات الآتية :

- ١ - توضع الأوراق المراد تقويتها على ألواح من الزجاج مبللة بالماء ثم تفرد بالضغط عليها برفق وحذر براحة اليد .
 - ٢ - تجهز قطع من الأنسجة الورقية اليابانية بمقاس الأوراق المراد تقويتها .
 - ٣ - تدهن صحائف الورق بالمادة اللاصقة باستخدام فرشاة ناعمة ثم توضع فوقها قطع الأنسجة الورقية اليابانية ويضغط عليهما بعد ذلك بحذر ورفق براحة اليد حتى يلتصقا تماما .
 - ٤ - ترفع الأوراق بعد ذلك وتوضع بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنتقل الى مكبس يدوي أو آلي وتظل به الى أن تجف تماما .
 - ٥ - تعالج الأوجه الأخرى بنفس الطريقة السابقة .
- ويراعى اختيار الأنسجة الورقية اليابانية التي لا تحجب النقوش والكتابات .

(ب) عمليات التقوية الآلية :

كان لابد حيال الكميات المتراكمة والمتزايدة من الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية التي تحتاج الى علاج وترميم من التفكير في وسائل علاج وترميم أكثر انجازا وأقل تكلفة من الوسائل اليدوية التقليدية التي كانت وما تزال متبعة الى وقتنا الحاضر ، ومن هنا بدأ ادخال وسائل العلاج والترميم الآلية في هذا المجال . ومن بين هذه الوسائل التي استحدثت نجد أن طرق التقوية الآلية قد احتلت مكانا بارزا . . . ويطلق المشتغلون في هذا الحقل اسم التغليف أو بالانجليزية اسم (Lamination) على هذا النوع من عمليات التقوية .

وبالرغم من التنوع والتقدم الهائل الذي حدث في مجال التقوية الآلية لأوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ، الا أننا نجد أن استخداماتها ما زالت حتى الآن قاصرة على تقوية أوراق الجرائد والدوريات ، وما زالت أغلب المعامل المتخصصة تفضل اتباع طرق العلاج والترميم اليدوية التقليدية في علاج وترميم أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق ذات القيمة الفريدة ، وذلك على أساس أن المواد التي تستخدم في عمليات التقوية الآلية من اللدائن الصناعية المكتشفة حديثا والتي لم يمر على استخدامها في هذا المجال الوقت الكافي الذي يكفل الوقوف على حقيقة التغيرات الكيميائية والطبيعية التي قد تحدث لها بمرور الزمن وما قد يصاحب ذلك من أضرار قد تؤدي بالوثيقة أو المخطوطة .

وفيما يلي سوف نقدم للقارئ سردا موجزا للأساليب المختلفة التي تتبع في عمليات التقوية الآلية وتطورها والمواد المستخدمة فيها وذلك على النحو التالي :

في عام ١٩٣٠ بدأ المعهد القومي للمعايرة بالولايات المتحدة الأمريكية دراسة إمكانية تقوية الأوراق القديمة عن طريق تغليفها بصحائف رقيقة من مشتقات السيلولوز (خلاصات السيلولوز ونترات السيلولوز والسيلوفان) ، سواء عن طريق استخدام مواد لاصقة أو عن طريق استخدام الضغط والحرارة .

وقد انتهى من هذه الدراسة إلى استخلاص النتائج الهامة :

١ - عدم صلاحية الصحائف المصنوعة من نترات السيلولوز لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت من التجارب التي أجريت عليها أنها تتحلل مكونة حمض النيتريك الذي يؤدي بدوره إلى تلف الأوراق المعالجة .

٢ - عدم صلاحية الصحائف المصنوعة من السيلوفان لتقوية الأوراق القديمة ، حيث ثبت أن السيلوفان ينكش انكماشاً كبيراً بمرور الوقت مؤدياً إلى حدوث طيات وكرمشات بالأوراق المعالجة .

٣ - عدم صلاحية تغليف الأوراق القديمة باستخدام مواد لاصقة ، حيث ثبت من التجارب التي أجريت على الأوراق المعالجة باتباع أسلوب الإسراع الصناعي في القدم أن الأوراق التي جرى تغليفها باستخدام مواد لاصقة أقل ثباتاً من تلك الأوراق التي جرى تغليفها باستخدام الضغط والحرارة . ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن المواد اللاصقة قد تغير لونها بمرور الوقت مؤدياً إلى تغير لون الورق المعالج ذاته ، فضلاً عن حدوث انفصال بين الأوراق والصحائف المغلفة لها في بعض الأحيان .

٤ - صلاحية الصحائف المصنوعة من خلال السيلولوز ، وهي من نوع الترموبلاستيك ، لتغليف الأوراق القديمة باستخدام الضغط والحرارة إذا ثبت من التجارب التي أجريت عليها أنها تتحلل بالضغط والحرارة مسام الورق وتلتصق به جيداً مكونة تسيجا متجانساً مع الورق .

وقد استثمر الأرشيف القومي بالولايات المتحدة الأمريكية النتائج التي توصل إليها المعهد القومي للمعايرة ، وبدأ في عام ١٩٣٦ في تقوية الكميات الهائلة من الوثائق التي كانت محفوظة لديه باستخدام صحائف

خلات السليولوز التي بدأ انتاجها صناعيا قبل ذلك بقليل وباستخدام مكبس هيدروليكي صمم خصيصا لهذا الغرض .
وتتلخص طريقة العمل التي اتبعت في ذلك الوقت في الخطوات الآتية :

١ - توضع صحيفة مصقولة من خلّات السليولوز يتراوح سمكها ما بين ٢٢ ، ٢٥ ميكرون على لوح معدني مصقول .

٢ - توضع الأوراق المراد تقويتها على صحيفة خلّات السليولوز المصقولة . وفي حالة ما اذا كانت ممزقة تجمع أجزاؤها وتثبت على صحيفة خلّات السليولوز عن طريق مسها بفرشاة رفيعة ممبللة بالأسيتون .

٣ - تغطى الأوراق التي تجرى عملية تقويتها بصحيفة أخرى مصقولة من خلّات السليولوز ثم يوضع فوقها لوح معدني مصقول .

٤ - تنقل الأوراق وهي على هذا الوضع الى المكبس الهيدروليكي وتكبس لمدة تتراوح ما بين ٣ ، ٢٠ دقيقة حسب الحالة ، وباستخدام قوة ضغط يتراوح مقدارها ما بين ٢٢ ، ١٤٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجة ، ١٧٥ درجة مئوية . والواقع أن مدة الكبس وقوة الضغط درجة الحرارة المستخدمة تعتمد اعتمادا كبيرا على نوعية الأوراق المراد تقويتها ودرجة مساميتها وعلى حجم وتصميم المكبس الهيدروليكي .

وقد تمكن الأرشيف القومي بالولايات المتحدة باتباع هذه الطريقة من تقوية ٤٠٠.٠٠٠ وثيقة سنويا ، الأمر الذي لم يكن ممكنا باتباع الطرق اليدوية التقليدية .

وفي عام ١٩٣٩ قام بارو كبير المرممين بمكتبة ولاية فرجينيا بتصميم آلة جديدة لتغليف وتقوية صحائف الورق القديمة بصحائف خلّات السليولوز أصغر حجما وأكثر سرعة من المكبس الهيدروليكي الذي استخدم من قبل في الأرشيف القومي بالولايات المتحدة وتعرف الآن باسم (Barrow Laminator) وتتكون من لوحين كبيرين من الألومنيوم ودرفيلين دوارين من الصلب وتسخن وتعمل بالكهرباء .

ومن ناحية أخرى أجرى بارو تعديلا على الطريقة التي كانت متبعة من قبل بحيث أصبحت عملية تغليف وتقوية الورق تتم على النحو التالي :

١ - توضع صحائف الورق المراد تقويتها وتغليفها بين صحيفتين من خلّات السليولوز بعد تدعيمها من الوجهين بورقتين من الأنسجة الورقية اليابانية أو الكرييلين .

٢ - تنقل صحائف الورق وهي على هذا الوضع الى قالب من ورق كرتون مبطن من الداخل بورق معالج غير قابل للالتصاق بصحائف خلاات السليولوز .

٣ - يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق التي تجرى تقويتها بين لوحى الألومنيوم بعد تسخينهما لدرجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ درجة ، ١٧٥ درجة مئوية لمدة ٢٥ ثانية .

٤ - يوضع قالب الكرتون وبداخله صحائف الورق مباشرة بين الدرافيل الدوارة حيث يتم كبسه وهو ما يزال ساخنا فيتلتصق صحائف الورق القديمة بصحائف خلاات السليولوز ويتم تغليفها وتقويتها .

وقد أمكن باتباع طريقة بارو تقوية ١٢٥ وثيقة في الساعة الواحدة ، ولهذا فقد انتشرت انتشارا واسعا بحيث أصبحت تستخدم في أغلب مراكز العلاج والترميم .

وفى عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر على الطريقة التي سبق ان استحدثتها فى عام ١٩٣٩ .٠٠ ويقضى هذا التعديل بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة ، وهي من أهم أسباب تلف الورق ، قبل تغليفها بصحائف خلاات السليولوز ، وذلك عن طريق غمرها فى محلول هيدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) نسبة تركيزه ١٥ر٠٪ لمدة عشرين دقيقة ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم فى محلول من بيكربونات الكالسيوم نسبة تركيزه ٢ر٠٪ لمدة عشرين دقيقة اخرى ٠٠ وبهذه الطريقة تتم معادلة حموضة الورق وبالإضافة الى ذلك سوف تتحول الكمية الصغرة من هيدروكسيد الكالسيوم التي تظل عادة بالورق بعد معادلة حموضته الى كربونات الكالسيوم التي تلتصق بالورق وتمنع اصابتها بالحموضة مرة أخرى .

وقد استمرت بعد ذلك عمليات تقوية الورق بالطرق الآلية فى التطور سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة وفى أساليب العمل ذاتها ٠٠ وعلى سبيل المثال :

قام مركز الترميم التابع لمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتى بإدخال عدة تحسينات على طرق التقوية الآلية عن طريق استخدام صحائف من البولى ايثيلين فى تقوية أو تغليف الأوراق القديمة .

وحسب ما يرى القائمون بأعمال العلاج والترميم بمركز العلاج والترميم بمكتبة ليننجراد تتميز صحائف البولى ايثيلين عن غيرها بالمميزات الآتية :

٦ - يتراوح الوقت الذى تستغرقه عملية التغليف ما بين ثلاثين ثانية و دقيقة واحدة .

٢ - تتطلب عملية التغليف درجة حرارة تتراوح ما بين ١٠٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغطا مقداره ٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع .

٣ - ازدادت متانة الأوراق المغلفة بصحائف البولى اثيلين زيادة كبيرة حتى بعد أن أجريت لها عمليات اسراع صناعى فى القدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية ، فقد بلغت الزيادة فى مدى تحمل الأوراق المغلفة للضغط ٢٠٠ ضعفا ٠٠ وفى نفس الوقت زادت قابلية الأوراق المعالجة للمطر ، كما زادت مقاومتها للتمزق زيادة كبيرة .

٥ - يمكن ازالة صحائف البولى اثيلين عند حدوث أية أخطاء فى عملية التغليف ، وذلك عن طريق غمر الأوراق المعالجة فى البنزول أو الطولوين بعد تسخينه الى درجة حرارة مقدارها ٧٥ درجة م .

فى عام ١٩٥٥ قام المختصون بأعمال العلاج والترميم بالأرشيف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية بادخال عدة تحسينات على الطريقة التى تستخدم فيها صحائف من خلاات السليولوز لتغليف الأوراق القديمة ، وذلك على أساس ما ثبت لديهم من أن صحائف خلاات السليولوز - بالرغم من مميزاتها الكثيرة - لا تؤدى الى زيادة مقاسومة الأوراق المعالجة بها للتمزق ٠٠

وتتلخص هذه التحسينات فى الأمور الآتية :

١ - استخدام أفرخ من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) بالإضافة الى صحائف خلاات السليولوز فى عملية تغليف وتقوية الأوراق القديمة .

وتستخدم الأنسجة الورقية اليابانية بفرض زيادة مقاومة الأوراق المعالجة للتمزق ٠٠ وتتم عملية التقوية بأن توضع صحائف الورق المراد تغليفها بين صحائف نترات السليولوز ثم توضع وهى على هذا الوضع بين أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية ، وأخيرا توضع فى المكبس الهيدروليكي أو آلة بارو للتغليف وتكبس عند درجة الحرارة وكمية الضغط المناسبة .

وبهذه الكيفية تحمل صحائف خلاات السليولوز بالإضافة الى

تقوية الأوراق القديمة كمادة لاصقة تربط بين الأوراق القديمة وبين الأنسجة الورقية اليابانية .

٢ - الاكتفاء بدرجة حرارة لا تزيد عن ١٥٠ درجة مئوية وبكمية ضغط تتراوح ما بين ٢٢ ، ٣٦ كيلو جرام على السننيمتر المربع .

٣ - اختصار الوقت اللازم للتغليف الى دقيقتين .

فى السنوات الأخيرة استحدثت مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند طريقة جديدة لتغليف الوثائق وغيرها من المقتنيات دون حاجة الى حرارة أو كمية ضغط كبيرة ، وذلك باستخدام الأنسجة الورقية اليابانية وصحائف من خلاات السليولوز وباتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الوثائق أو الأوراق المراد تغليفها بين صحائف من خلاات السليولوز ثم بين أفرخ من الأنواع تامة الشفافية من الأنسجة الورقية .

٢ - توضع الوثائق أو الأوراق وهى على هذا الوضع على الواح من الزجاج .

٣ - تبلل أفرخ الأنسجة الورقية اليابانية بكمية صغيرة من الأسيتون باستخدام مسدس رش أو بخاخة قم بحيث تكفى كمية الأسيتون المستخدمة لتطرية وانتفاخ صحائف خلاات السليولوز .

٤ - بعد أقل من دقيقتين قلب الأوراق وارش سطحها الآخر بالأسيتون باتباع نفس الطريقة السابقة .

٥ - توضع الأوراق بعد ذلك مباشرة بين ورقتين من الأوراق المعالجة بشمع البرافين أو بالراتنج السيليكونى ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به مدة لا تقل عن ثلاث ساعات حتى يتم التصاق الأوراق أو الوثائق بصحائف خلاات السليولوز وصحائف الأنسجة الورقية اليابانية .

وتتميز الطريقة التى استحدثها مركز الترميم بالأرشيف القومى بالهند بالمميزات الآتية :

(أ) تبلو الكتابات والنقوش أكثر وضوحا وبهاء بعد العلاج .

(ب) تقل احتمالات إصابة الأوراق والوثائق المعالجة بهذه الطريقة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

(ج) يتم تثبيت الكتابات والنقوش التي تتأثر بالماء أو بالمحاليل المائية .

(د) تقل نفاذية الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للماء والغازات بدرجة كبيرة وإن كانت بدرجة أقل من الأوراق التي تغلف باستخدام الحرارة والضغط .

(هـ) يتزايد تحمل الأوراق المعالجة بهذه الطريقة للبلى بدرجة أكبر من تزايد تحمل الأوراق التي تغلف باستخدام الحرارة والضغط .
(و) غير مكلفة ولا تحتاج الى معدات غالية الثمن .

وبعد هذا السرد الموجز الذى تناولنا فيه عمليات التقوية الآلية وأوضحنا فيه أهم مراحل تطورها سواء فى الآلات أو المواد المستخدمة أو فى أساليب العمل ذاتها يمكن القول بأن عمليات التقوية الآلية تنقسم من وجهة النظر العملية أو التطبيقية الى ثلاث أقسام رئيسية هي :

— عمليات التقوية أو التغليف التي تستخدم فيها الحرارة والضغط ودون استخدام مواد لاصقة .. ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Heat Lamination) أو (Heat Sealing) .

— عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستيك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ويستخدم فيها الضغط فقط .. ويطلق عليها بالانجليزية اسم (dry mounting) .

— عمليات التقوية أو التغليف بصحائف من لدائن البلاستيك بعد تطريتها بالمذيبات العضوية ويستخدم فيها الضغط فقط .. ويطلق عليها بالانجليزية اسم (Solvent Lamination) .

وقبل أن نتناول هذه الطرق - ولو بشيء من الإيجاز - بغرض التركيز على خصائص ومميزات كل منها ، يهمنى أن أبين للقارىء أهم الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند القيام بعمليات التقوية الآلية ، وهذه الاعتبارات هي :

١ - يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية - من حيث المواد المستخدمة أو الأساليب المتبعة - بالثبات الكيميائى والطبيعى .. أى أنها يجب أن تكون من حيث تركيبها الكيميائى وخواصها الطبيعية قادرة ولأمداد طويلة على مقاومة عوامل التلف الغائمة أو المتوقعة فى ظروف العرض والتخزين السائدة فى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية .

- ٢ - يجب أن تتصف عمليات التغليف أو التقوية الآلية - من حيث المواد المستخدمة والأساليب المتبعة - بالمرونة والمتانة حتى تكون قادرة على مقاومة أو تحمل عوامل التلف الميكانيكي المترتبة على التناول أو الاستعمال .
- ٣ - يجب أن تترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية زيادة كبيرة في الصلابة الميكانيكية للأوراق المعالجة وأن تكفل لها الحماية والبقاء ولا يترتب عليها في نفس الوقت زيادة كبيرة في سمك الأوراق المعالجة .
- ٤ - يجب ألا يترتب على عمليات التغليف أو التقوية الآلية طمس للكتابات والنقوش .
- ٥ - يجب أن تتلاءم وتتجانس المواد المستخدمة في عمليات التقوية الآلية - من حيث تركيبها الكيميائي وخواصها الطبيعية - مع مادة الوثيقة أو المخطوطة أو الكتابة بحيث لا يترتب على استخدامها حدوث تفاعلات تضر بالأوراق المعالجة .
- ٦ - يجب اختيار المواد والأساليب التي يمكن معها إزالة الفساد المقوى للأوراق المعالجة عند وقوع أية أخطاء في عملية التقوية بوسائل بسيطة لا يترتب عليها حدوث تلف للوثيقة أو المخطوطة أو الكتاب التي تجرى تقوية أوراقه .
- ٧ - يجب اختيار مواد التقوية وأساليب العمل غير المكلفة والتي لا تستغرق وقتا كبيرا .

عمليات التقوية باستخدام الحرارة والضغط

Heat Lamination

استحدثت هذه الطريقة نتيجة لسلسلة الدراسات التي قام بها معهد المايرة الأمريكي وبدأ تطبيقها في الارشيف القومى بالولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٣٦ .

وقد استخدمت في عمليات التقوية بهذا الأسلوب صحائف من خلات السليولوز ومكبس هيدروليكي صمم خصيصا لهذا الغرض .

وقد تطورت هذه الطريقة تطورا كبيرا مع الزمن ، ففي عام ١٩٣٩ أدخل بارو كبير المرممين بمكتبة ولاية فرجينيا الأمريكية تحسينا كبيرا عليها عن طريق تصميمه لآلة جديدة أبسط تشغيلًا وأكثر كفاءة وأقل

تكلفة وأكثر أمانا من المكبس الهيدروليكي السابق استخدامه ٠٠ ويطلق عليه اسم (Barrow Laminator) وفي عام ١٩٤٣ أدخل بارو تعديلا آخر يقضى بضرورة معادلة حموضة الأوراق القديمة وذلك عن طريق غمرها في محلول هيدروكسيد الكالسيوم درجة تركيزه ٠.١٥ ٪ ثم غمرها بعد أن ترفع من محلول هيدروكسيد الكالسيوم في محلول من بيكربونات الكالسيوم درجة تركيزه ٠.٠٢ ٪ .

وقد انتشرت هذه الطريقة انتشارا واسعا في مراكز علاج وترميم الكتب والمخطوطات والوثائق في أجزاء كثيرة من العالم ٠٠٠ ففي ألمانيا الغربية تجرى تقوية الأوراق القديمة باستخدام صحائف من خلاات السليولوز تنتجها خصيصا لهذا الغرض شركة « لانز » (Lanzwerke, Weil am Rhein) تحت الاسم التجارى الترا فان (Ultraplan H. K.) ويستخدم في عملية التغليف مكبس هيدروليكي بدرافيل دوارة تقوم بإنتاجه حاليا شركتي كارك هينكا وبزلينجوفن (Karl Hennecke), (Birlinghove/Sieglekreis) تحت الاسم التجارى (Kaschier machine K 12) وتتم عملية التغليف عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية وباستخدام ضغط مقداره ٣٠ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وتستغرق ٢٠ ثانية .

وفي معهد الترميم التابع للمكتبة المركزية بروما (Istituto di Patologia del Libro) تجرى عملية التقوية بهذه الطريقة منذ عام ١٩٥٤ باستخدام صحائف من كلوريد البولي فنيل (Polyvinyl chloride) أو من خلاات السليولوز ٠٠ ويستخدم في عملية التغليف مكبس هيدروليكي قام بتصميمه روجيرو (Ruggiero) خصاصا لهذا الغرض .

وفي السنوات الأخيرة بدأ مركز الترميم التابع لمكتبة ليننجراد بالاتحاد السوفيتي في اتباع هذه الطريقة باستخدام صحائف من البولي اثيلين (Polyethylene) وتجرى عملية التغليف باستخدام مكبس هيدروليكي عند درجة تتراوح ما بين ١١٠ درجة ، ١١٥ درجة مئوية وضغط مقداره ٤٥ كيلو جرام على السنتيمتر المربع وتستغرق وقتا يتراوح ما بين ٣٠ ثانية ودقيقة واحدة .

ومن الميزات الرئيسية الهامة لهذه الطريقة انها تكفل تقوية كليات هائلة من مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية في وقت قصير وبجهود وتكاليف قليلة نسبيا ٠٠ وفيما يختص بصلاحية هذه الطريقة لأغراض العلاج والترميم نجد أنها مستخدمة في هذا المجال منذ أكثر من ٢٥ عاما وبتأثير مرضية ، فلم تظهر حتى الآن شواهد أو أعراض

تلف للكميات الهائلة من الوثائق والمخطوطات والجرائد والدوريات التي عولجت بها ٠٠ ولعل هذا ناتجا من أن هذه الطريقة أو هذا الأسلوب يؤدي الى تداخل المواد المستخدمة في التغليف أو التقوية في مسام الورق والتصاقها به جيدا مكونة معه نسيجا متجانسا في خواصه الفيزيو - ميكانيكية .

وبالرغم من المميزات الكثيرة لهذه الطريقة فإنه يوجه اليها نقد كثير انطلاقا من كون صحائف خلّات السليولوز ، وهي المادة الشائعة الاستعمال تحتوى على مواد ملدنة بنسبة تتراوح ما بين ١٥ ، ٢٠ ٪ في صورة سائل نشط (Active Solvent Plasticiser) حيث يقوم احتمال فقد هذه المواد الملدنة عند حدوث أية تغيرات في الخواص الطبيعية للغشاء المغلف لصحائف الورق المعالجة ، وهذا أمر سوف يؤدي بطبيعة الحال الى أن تفقد الأغشية لدونتها مؤدية الى اختلال التجانس في الخواص الفيزيو - ميكانيكية بينها وبين الأوراق المعالجة بها .

ومن العيوب البارزة في هذه الطريقة احتياجها الى معدات باهظة التكاليف واحتياجها الى درجات حرارة عالية قد تؤدي الى تلف الورق عند الاهمال في ازالة أو معادلة حموضة الأوراق المراد تقويتها ، الأمر الذي يحتم القيام بعملية معادلة أو ازالة الحموضة قبل تقوية أوراق الكتب والمخطوطات والوثائق بهذا الأسلوب .

عمليات التقوية باستخدام المواد اللاصقة والضغط Dry Mounting

وتستخدم في هذه الطريقة صحائف من لدائن البلاستيك السابق معالجة أحد أوجهها بمواد لاصقة ، ويستخدم فيها الضغط فقط أو الضغط عند درجات حرارة منخفضة .

ولقد كانت هذه الطريقة تستخدم أساسا في الصناعة وفي الأغراض التجارية ، الا أنه قد أمكن تطبيقها في مجال علاج وترميم مقتنيات دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية .

وتجرى عملية تغليف الأوراق القديمة بهذه الطريقة باتباع أساليب العمل الآتية :

١ - أسلوب أو طريقة موران : (Morane Process)

وقد استحدثت هذه الطريقة بواسطة شركة موران للبلاستيك Morane Plastic company Ltd., Ashford, Middlesex ; England.

وتنتج الشركة نوعين من صحائف البلاستيك ، أحدهما مصنوع من خلاات السيلولوز ويعطى سطحاً لامعاً ، أما الثاني فيصنع من ثلاثي خلاات السيلولوز (Gellulose triacetate) ويعطى سطحاً نصف لامع أو نصف مطفى (Semi matt) وهو الأنسب فى مجال تقوية الوثائق والمخطوطات .

وتتم عملية التغليف بوضع الأوراق المراد تقويتها بين صحيفتين من هذه الأنواع من البلاستيك على أن تكون الأوراق ملاصقة للأسطح المعالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محمأة لدرجة حرارة ٨٠ درجة مئوية ، وذلك بعد وضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من المليتس أو الورق الحرارى المصالح بمواد تمنع النشاقه بصحائف البلاستيك المستخدمة فى التغليف .

٢ - أسلوب أو طريقة ميبوفولى : (Mepofolle Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل (Polyvinyl chloride) تنتجها شركة الفريد شفارتز بألمانيا الغربية .

(Alfred Schwartz, Werke, Alten bruck, Cologne, West Germany.

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد علاجها بين صحيفتين من صحائف البلاستيك ، على أن تكون ملاصقة للأسطح المعالجة بالمادة اللاصقة ثم كبسها فى مكبس يدوى أو آلى عند درجة الحرارة العادية .

وقد استخدمت هذه الطريقة منذ عام ١٩٣٩ لتقوية كميات هائلة من وثائق وخرائط الجيش الألمانى . وفى نفس الوقت فقد استخدمت بدرجة محدودة فى علاج مقتنيات الأرشيف فى ميونيخ ودسلمورف وأولدينبرج بألمانيا الغربية .

٣ - أسلوب أو طريقة جينوثيرم : (Genotherm Process)

وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك مصنوعة من كلوريد البولى فنيل تنتجها شركة أنورجانا بألمانيا الغربية
f.a. Anorgana G. m.b.H. of Munich, W. Germany

تحت الاسم التجارى جينوثيرم ه . س (Geno therm H. S.)

وتجرى عملية التغليف أو التقوية بوضع الأوراق المراد تقويتها بين

صحيقتين من الجينوثيرم على أن يواجه الورق الأسطح المعالجة بالمواد اللاصقة ثم يضغط فوقها بشدة بمكواة كهربائية محمأة لدرجة ٧٠ درجة مئوية بعد وضع الأوراق وهي على هذا النحو بين فرخين من الورق الحرارى المعالج بمواد تمنع التصاقه بالجينوثيرم ويمكن استخدام آلة التغليف الأوتوماتيكية المعروفة باسم (Eichner Thermofilmer) التى تنتج فى ألمانيا الغربية بمعرفة الشركة المذكورة .

٤ - أسلوب أو طريقة بوسيتيليب دوبلكس : (Postilip Duplex process)

واستحدثت هذه الطريقة فى السنوات الأخيرة بواسطة لانجويل (Langwell) وتستخدم حاليا فى مكتب السجلات المدنية بلندن .

ويستخدم فى هذه الطريقة نوع معين من نسيج ورقى يتميز بالياف القوية مشبع بخلات الفينيل المبلمرة (Polyvinyl acetate) واخلات الماغنسيوم ، وهى تضاف بغرض معادلة حموضة الورق .

وتتميز هذه الطريقة بأنها تقوى الأوراق وبأنها تعادل حموضتها فى نفس الوقت . . وتجرى عملية التقوية بوضع الأوراق المراد تغليفها أو تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المشبع بخلات الفينيل المبلمرة ثم الضغط عليها بشدة بمكواة كهربائية محمأة لدرجة حرارة حوالى ٨٥ درجة مئوية بعد وضع الأوراق التى تجرى تقويتها بين ورق حرارى معالج بحيث لا يلتصق بالنسيج الورقى المشبع بخلات الفينيل المبلمرة ، وذلك فى حالة عدم توفر آلات التغليف المناسبة .

٥ - أسلوب أو طريقة ديسبرو : (Dispero Process)

تستخدم فى هذه الطريقة صحائف من البلاستيك أحد أوجهها مغطى بمواد لاصقة من راتنج الاكريلات (Acrylate resin) تنتجها لهذا الغرض شركة ديسبرو بانجلترا .

Dispro Ltd. of Basildon, Essex, England.

وتقوم الشركة بانتاج أربعة أنواع من صحائف البلاستيك لاستخدامها فى تقوية أو تغليف الكتب والمخطوطات والوثائق هى :

١ - نسيج ورقى قوى الألياف مشبع بلدائن من البلاستيك .

٢ - صحائف ملدنة من كلوريد البولى فنيل ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باسيل (Trans'paseal) .

٣ - صحائف من خلاات السليولوز ويطلق عليها الاسم التجارى
ترانز باسينى (Transpasene) *

٤ - صحائف من الترى فثالات البولى أثيلين
(Polyethylene terephthalate)
ويطلق عليها الاسم التجارى ترانز باشينى (Transpasheen)

وتجرى عملية التقوية باستخدام آلة تغليف خاصة تعرف باسم
(Ronoscaler Lamination machine) ويوجد منها نوعان،
أحدهما يدار بالكهرباء عن طريق التحكم اليدوى ، أما الثانى فيدار
أوتوماتيكيا ، وكلاهما من الآلات ذات الدرافيل الدوارة التى تكبس بينها
الأوراق التى يجرى تغليفها *

وتتم عملية التغليف باستخدام الضغط فقط وفى درجة الحرارة
المادية ٠٠ ومن عيوب هذه الطريقة انها تكسب الأوراق المعالجة لماعنا غير
مستحب *

والواقع هو أن هذا النوع من عمليات التقوية يتميز بأن عملية
التغليف تتم اما بدون حرارة أو عند درجات حرارة منخفضة ، فضلا عن
كونها لا تحتاج الى آلات أو معدات غالية الثمن ٠٠ وبالرغم من ذلك فانها
لا تصلح لتغليف الأعداد الهائلة من الجرائد والدوريات التى توجد عادة
بدور الكتب ، وذلك بسبب طاقتها الانتاجية المحدودة *

ومن أبرز عيوب هذه الطريقة ما يحدث للمواد اللاصقة من تغيرات
كيميائية تؤدي بمرور الوقت الى ضياع كفاءتها وتغير لونها مما يؤثر على
الخواص الفسوفية للأوراق المعالجة *

عمليات التقوية باستخدام مذيبات عضوية

Solvent Lamination

مما لا شك فيه أن عمليات التغليف والتقوية السابق الإشارة اليها
تحتاج الى معدات باهظة التكاليف ، الأمر الذى قد يكون خارجا عن حدود
القدرة المالية لكثير من دور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية ٠٠
وبالإضافة الى ذلك فإن عمليات التقوية هذه تتطلب فى أغلب الحالات
استخدام درجات حرارة مرتفعة ، الأمر الذى قد ينطوى على خطورة ربما
تظهر بوادرها بمرور الزمن *

وبطبيعة الحال وإزاء هذه الاعتبارات فانه يكون من المنطقى اعتبار
عمليات التقوية (التغليف) باستخدام المذيبات العضوية واحدة من أفضل

واضمن الطرق التى يمكن اتباعها فى علاج وترميم اوراق الكتب والمخطوطات والوثائق .

وتستخدم المذيبات العضوية فى هذه الطريقة بفرض تليين صحائف لدائن البلاستيك ، ومن ثم يمكن التصاقها بالأوراق المطلوب تقويتها عند الضغط عليها باستخدام مكابس يدوية أو آلية حسب الامكانيات المتاحة .

ويوجد طريقتان أو أسلوبان لتغليف الأوراق القديمة باستخدام المذيبات العضوية وهما :

الطريقة الأولى :

وتعرف باسم الطريقة الهندية (Indian Technique) وقد استحدثت هذه الطريقة فى عام ١٩٥٥ فى مركز الترميم التابع للأرشيف القومى فى الهند بواسطة كل من جويل وكاناباليا (Ceol and Kathapalia) وتستخدم فى هذه الطريقة صحائف من خلات السليولوز الملدنة . وتجرى عملية التغليف باتباع خطوات العمل التى سبقت الإشارة إليها .

الطريقة الثانية :

وتعتبر هذه الطريقة تطويرا لأسلوب أو طريقة بومستيليب ودبلنكس السابق الإشارة إليها والتى يستخدم فيها نوع معين من نسيج ورقى يتميز بآليانه القوية مشبع بخلات الفينيل المبلعمة وخلات الماغنسيوم .

وتجرى عملية التغليف باتباع هذه الطريقة بوضع الأوراق المراد تقويتها بين فرخين من النسيج الورقى المذكور ثم وضعها فى مكبس يدوى أو آلى لمدة خمس دقائق ٠٠ ويلى ذلك رفع الأوراق من المكبس وتشريب النسيج الورقى بكمية صغيرة من الأسيتون أو الكحول المثلثى أو ثلاثى كلوريد الاثيلين بالقدر الذى يكفى لتطرية النسيج الورقى ٠٠ وأخيرا توضع الأوراق على هذا النحو فى المكبس اليدوى وتترك به حتى تتماصك تماما .

ويستخدم فى عملية الكبس نوع من الورق المسالج بطريقة تمنع التصاقه بالنسيج الورقى المستخدم فى عملية التغليف .

ويتضح لنا من سياق الحديث أن الميزة الكبرى فى عمليات التقوية باستخدام المذيبات العضوية هى فى عدم احتياج هذه الطريقة لاستخدام الحرارة أو قدر كبير من الضغط ، وهو أمر له أهميته القصوى ، خاصة

عند تغليف الوثائق ذات القيمة الفريدة أو عند تغليف الوثائق المتآكلة التي لا تحتمل الحرارة والقدر الكبير من الضغط الذي تتطلبه الطرق الأخرى .

وفي نهاية الحديث عن عمليات التقوية الآلية لا يفوتني أن أنوه الى البحث القيم الذي أجراه ورنر (A. E. Werner) في هذا الصدد وانتهى فيه الى استخلاص النتائج الآتية :

١ - تعتبر الصحائف المصنوعة من خلاات السليولوز أفضل للدائن التي يمكن استخدامها بأمان في عمليات تغليف أو تقوية الوثائق والمخطوطات والكتب ذات القيمة الفريدة .

٢ - لا يجب استخدام الصحائف المصنوعة من لدائن كلوريد البولي فينيل في تغليف أو تقوية الوثائق والمخطوطات والكتب ذات القيمة الفريدة .

٣ - تعتبر طريقة بارو بعد التعديلات التي أدخلت عليها في عام ١٩٤٣ والتي تتضمن معادلة حموضة الورق من أكثر طرق التغليف أو التقوية أمانا حيث لم تظهر على الأوراق المعالجة بها بوادر تلف حتى الآن .

٤ - يحتتم معادلة حموضة الورق قبل القيام بعمليات التغليف .

٥ - أثبتت الطريقة الهندية صلاحيتها التامة في تقوية أو تغليف الوثائق والمخطوطات والكتب التي لا تحمل درجات الحرارة والضغط العالية .

٦ - تعتبر طريقتا بوستيليب ودوبلكس وديسبرو من طرق التقوية والتغليف المأمونة وإن كانتا تحتاجان الى مزيد من الدراسة .

ثامنا - اصلاح التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

اولا - ترميم الثقوب :

تملأ الثقوب التي قد تتواجد بالأوراق القديمة باستخدام عجينة من ورق غير حمضى تحضر بالطريقة الآتية :

١ - تقطع كمية كافية من ورق النشاف الأبيض اللون الى أجزاء صغيرة. جدا ثم توضع في قليل من الماء وتظل به مدة ١٢ ساعة .

٢ - يقلب ورق النشاف بعد ذلك باستخدام جهاز تغليب كهربائى الى ان يتحول الى عجينة متناسقة القوام .

٣ - يضاف الى عجينة الورق بعد تجهيزها بنسبة ٥% من حجمها محلول من الصوديوم ميثيل كاربوكسي سليولوز درجة تركيزه ٥% ، وكذلك قليل من محلول مركز من الجيلاتين ثم تغلب جيدا .

ويتم العمل فى ملء الثقوب على النحو التالى :

(أ) توضع صحائف الورق القديمة المراد ترميم الثقوب الموجودة بها على الواح من الزجاج وتندى برزاز من الماء ثم تسد الثقوب بالنسج المناسب من الأنسجة الورقية اليابانية (Japanese tissue) باستخدام مادة لاصقة تحضر بإذابة الصوديوم ميثيل كاربوكسي سليولوز (الليسولين) فى ماء دافىء بنسبة ٥% ، ثم تترك لتجف .

(ب) تغلب الأوراق بعد جفافها وتملأ الثقوب بعجينة الورق وتترك حتى تجف قليلا .

(ج) يعاد ملء الثقوب بعجينة الورق الى أن يزيد مستوى سطحها قليلا عن مستوى سطح صحيفة الورق .

(د) توضع الأوراق قبل أن تجف الأماكن للمعالجة تماما بين رقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنتقل الى مكبس يدوى أو آلى وتظل به الى أن تجف تماما .

(هـ) تلون أماكن الثقوب باللون الذى يتناسب مع لون الورق القديم ، ويفضل استخدام ألوان مائية (اكواريل) فى عملية التلوين .

ثانيا - تكملة الأجزاء الناقصة

تكمل الأجزاء الناقصة من صحائف الورق القديمة باستخراج انواع خاصة من الأنسجة الورقية اليابانية تتفق فى خواصها الطبيعية مع الخواص الطبيعية للأوراق القديمة .

ويتم العمل باتباع الخطوات التالية :

١ - توضع الأوراق المراد تكملة الأجزاء الناقصة بها على الواح من الزجاج مغطاة بالنيلون وتندى برزاز من الماء ثم تفرد بحذر ورفق براحة اليد .

٢ - توضع قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكملة الأجزاء الناقصة تحت مواضع الأجزاء الناقصة مباشرة وبحيث تكون الألياف فى كل منهما متوازية .

٣ - تحدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الأنسجة الورقية اليابانية المعدة لتكتملتها .

٤ - ترفع الأنسجة الورقية اليابانية ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة فيماعدل حوالى ٢ مم فى كل اتجاه وذلك لاستخدامها فى اللصق .

٥ - ترقق حواف الأجزاء الناقصة ، كما ترقق أيضا أطراف قطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكتملتها باستخدام مشرط حاد وبالطريقة الموضحة بالرسم .

٦ - تدهن حواف وأطراف كل من الأوراق المراد تكملة أجزائها الناقصة وقطع الأنسجة الورقية اليابانية المجهزة لتكتملتها بالمادة اللاصقة . . ويمكن استخدام أحد المواد اللاصقة الآتية :

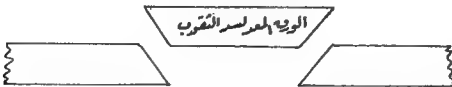
— محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز (اليسولون) درجة تركيزه ٥ ٪ .

— مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ .

— مستحلب خلات الفينيل المبلمرة (الفينا فيل) بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٤ .

ثم يلصقا معا وتزال الكمية الزائدة من مادة اللصق باستخدام قطعة من القماش المبلل بالماء . . وأخيرا تترك لتجف قليلا .

٧ - توضع صحائف الورق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين ثم تنقل الى مكبس يدوى أو آل وتظل به حتى تجف المادة اللاصقة تماما .



• رسم يوضح كيفية تكملة الأجزاء الناقصة وتجهيز الأوراق المستخدمة فى تكتملتها

ثالثا - اصلاح التمزقات

يستخدم فى عملية اصلاح التمزقات انواع خاصة من الانسجة الورقية اليابانية تتميز بشفافيتها وقوة اليافا .

وتجرى عملية الاصلاح على النحو التالى :

١ - توضع صحائف الورق القديمة المراد اصلاح ما بها من تمزقات على الواح من الزجاج ثم تندى برزاز من الماء وتفرّد بحذر ورغى براحة اليد أطراف الأصابع حتى تلتئم أطراف التمزقات تماما .

٢ - تجهز شرائط من الأنواع المناسبة من الأنسجة الورقية اليابانية بحيث لا يزيد عرضها عن عرض التمزقات الا بمقدار ٢ سم من كل ناحية وعلى أن تفتش أطرافها بأطراف الأصابع .

٣ - تدهن أطراف التمزقات بالمادة اللاصقة (وهى اما محلول من الصوديوم مثيل كاربوكسى سليولوز درجة تركيز ٥٪ واما مستحلب مخفف من البول مثيل اكريلات او من خلاص الفينيل المبلدرة) ، وذلك باستخدام فرشاة رقيقة وناعمة .

٤ - توضع شرائط الأنسجة الورقية اليابانية على مواضع التمزقات ويضغط عليها بطرف فرشاة رقيقة ناعمة مبللة بقليل من المادة اللاصقة حتى تلتصق بالأوراق القديمة تماما .

٥ - توضع الأوراق وهى على هذا النحو بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين وتنقل الى مكبس يلى أو آلى وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة تماما .

تاسعا - اظهار الكتابات الباهتة :

من الثابت أن جميع الأحبار التى استخدمت فى الأزمنة القديمة ، فيما عدا حبر الكربون ، تبهت وتفقّد وضوحها بتأثير الأجواء المحيطة بالوثائق والمخطوطات .

ويستخدم فى قراءة الكتابات الباهتة عادة مصدر للأشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء ، ويتم القراءة فى غرفة مظلمة ١٠ وفى الحالات التى تصعب فيها القراءة المباشرة ، فان طرق التصوير الفوتوغرافى الحديثة قد ساعدت كثيرا فى حل هذه المشكلة ، حيث أصبح من الممكن الآن تصوير الكتابات الباهتة وقراءة نصوصها من الصور الفوتوغرافية .

وبالرغم من التقدم الكبير فى التصوير الفوتوغرافى سواء من حيث

المعدات والأجهزة أو من حيث الأساليب ، فإن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة ظلت مستعملة ، وإن اختلفت حولها الآراء بين معارض ومؤيد . وفي الحقيقة فإن أهم ما يوجه إلى أسلوب اظهار الكتابات الباهتة بالطرق الكيميائية يتركز حول عدم الاستطاعة في كثير من الحالات اظهار الكتابات الباهتة بألوانها الأصلية ، مما يعد في نظر المعارضين لهذه الطريقة إضافة سمة مستحدثة لم تكن موجودة أصلا بالوثيقة أو المخطوطة .

والواقع أن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة تقتصر فقط على أنواع معينة من الأحبار التي استخدمت في الأزمنة القديمة ، وهي أحبار عفص الحديد التي يطلق عليها بالانجليزية اسم (Iron gallotannate inks) ولقد بدأ استخدام هذا النوع من أحبار الحديد في العصور الوسطى ، وكان يصنع بنقع ثمار أشجار البلوط الجافة - ويطلق عليها اسم جوز العفص (Gall nuts) وتحتوي على حمض الجاليك والتانيك - في الماء ، ثم يضاف إلى المنقوع بعد أن يصفى ويترك ليتخمر محلول من كبريتات الحديدوز وكمية قليلة من محلول الفراء أو الصمغ فيتكون على الفور مركب أسود مائل إلى الحمرة يزاد لونه سوادا بمرور الوقت .

والواقع هو أن كبريتات الحديدوز تكون مع التانين الموجود في منقوع العفص مركبا باهت اللون غير قابل للذوبان في الماء يتحول تدريجيا بفعل أكسجين الهواء إلى مركب أسود اللون من مركبات الحديد غير قابل للذوبان في الماء .

ولما كان صناع الأحبار القديمة يستخدمون التركيبة التي وجدوها الأفضل التركيبات من وجهة نظرهم دون وعي بنسبة التانين الموجودة في جوز العفص ودون وعي بدرجة نقاوة كبريتات الحديدوز المستخدمة ، فإنه يمكن القول بأن جميع أحبار عفص الحديد التي استخدمت قديما كانت غير متوازنة كيميائيا ، أي أنها كانت لا تحتوى على النسب الصحيحة من التانين وكبريتات الحديدوز ، الأمر الذي يتضح من اختلاف درجة وضوح الكتابات في الأجزاء المختلفة من الوثيقة أو من اختلاف درجة وضوح الكتابات في الصفحات المختلفة من المخطوطة ، وكذلك من اختلاف حالة الورق في الأجزاء المختلفة من هذه الوثيقة أو تلك المخطوطة .

وتتميز أحبار عفص الحديد بأنها تظل محتفظة بوضوحها لمدة طويلة إذا كانت موجودة في ظروف حفظ مناسبة ، وبأنها عندما تبهت تترك بالورق كمية من أكسيد الحديد ، وهذا الأمر هو الذي جعل من اظهار

الكتابات بالطرق الكيميائية أمرا ممكنا ، إلا أنه لابد من التنويه الى أن الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة تنطوى على خطورة كبيرة نظرا لوجود الحديد في كل شيء تقريبا بما في ذلك الأتربة التي تتراكم عادة على أسطح الأوراق القديمة وتتداخل بين أليافها ، الأمر الذي يستلزم ضرورة إزالة ما يملق بسطح الأوراق القديمة ويتداخل بين أليافها من أتربة حتى لا يتحول لون الأوراق المعالجة الى اللون الأسود المائل الى الحمرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بهذه الأتربة .

ولقد تيسر لي عندما كنت في بعثة تدريبية بالمكتبة القومية بالنمسا القيام ببحث تناولت فيه الطرق الكيميائية لظهار كتابات حبر عفص الحديد الباهتة ووفقت في هذا البحث الى استحداث طريقة جديدة تمكنت بواسطتها من اظهار الكتابات الباهتة بنفس ألوانها الأصلية ، وهو الأمر الذي كان يحير اعتراضات كثيرة في وجه الطرق الكيميائية لظهار الكتابات الباهتة ، وبالإضافة الى ذلك فقد تناولت في هذا البحث كيفية علاج الكتابات بعد اظهارها حتى لا تبهت من جديد كما حرصت على اختبار مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السيلولوزية للورق .

ومما يجدر الإشارة اليه أن درجة وضوح الكتابات التي تم اظهارها قد ظلت كما هي ، بالرغم من مرور تسع سنوات ، وهو الأمر الذي لم يكن ممكنا من قبل .

ويهمني أن أضع بين يدي القارئ أهم معالم هذا البحث والنتائج التي تحصلت عليها ، وذلك على النحو التالي :

أولا - التجارب العملية :

تضمنت خطة البحث القيام بالاختبارات الآتية :

(١) اظهار الكتابات الباهتة بنم الأوراق في محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢ ٪ ، وذلك على أساس أن أكسيد الحديد سوف يتفاعل مع كبريتيد الأمونيوم مكونا كبريتيد الخديدوز ، وهي ذات لون اسود تقريبا .

ولما كان مركب كبريتيد الخديدوز سوف يتأكسد بفعل أكسجين الهواء الجوى الى كبريتات الحديد فإن الكتابات سوف تبهت من جديد .

ولذلك رُؤى معالجة الكتابات فور اظهارها وفور تجفيف الأوراق بالمعاليل.
الكيميائية الآتية :

١ - محلول من خللات الفئيل المبلرة الذائبة فى الأسيتون بنسبة ٥٪
وذلك بغرض حماية الكتابات بفشاء واق يعزلها عن تأثير أكسجين
الهواء الجوى .

٢ - محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز درجة تركيزه ٥٪
بغرض حماية الكتابات بفشاء رقيق عازل يقيها تأثير أكسجين
الهواء الجوى .

٣ - محلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ .

٤ - محلول من خللات الرصاص درجة تركيزه ١٦ ٪ .

(ب) اظهار الكتابات بغير الأوراق التي تحملها فى محلول من
صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture)
درجة تركيزه ٢٠ ٪ ، وذلك على أساس أنه سوف ينتج عن التفاعل بين
أكسيد الحديد وصبغة الجالول نفس المركب الذى كان موجودا بالكتابات
قبل بتمائها ، غير ان الكتابات بعد اظهارها كانت تكتسب فى أغلب الحالات
لوناً أزرعاً مائلاً الى البنفسجى . . . ولهذا وحتى تكتسب الكتابات التي تم
اظهارها اللون الأسود أو الأسود المائل الى البنى ، وهو اللون الأصل
للكتابات قبل أن تبهر فقد عولجت الكتابات فور اظهارها بالطرق
الآتية :

١ - تعريض الكتابات لأبخرة التوشادر .

٢ - غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه
١ ٪ لمدة دقيقة .

٣ - غمر الأوراق فى محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه
١ ٪ لمدة دقيقة . ثم غمرها مباشرة فى محلول من حمض الخليك
درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة أخرى .

(ج) الوقوف على مدى تأثير المواد المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق .

وقد جرى اختبار تأثير المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق بعد أن أجريت للأوراق قبل وبعد اظهار الكتابات عملية اسراع صناعى فى التقدم لمدة ثلاثة أيام عند درجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية وفى جو رطوبته النسبية ٧٠ ٪ ، وذلك بطريقة التحليل الموضعى ، وهى طريقة وصفية ٠٠ وقد اتبعت الخطوات التالية :

١ - يحضر محلول من نترات الفضة بإذابة ٢ جم من نترات الفضة فى ٢٠ سم^٣ من الماء الدافئ .

٢ - يضاف الى محلول نترات الفضة كمية من النوشادر المركزة بالتقدير الذى يكفى لتكون راسب بنى اللون .

٣ - تضاف الى محلول نترات الفضة كمية زائفة من النوشادر المركزة تكفى لاعادة ذوبان الراسب البنى الذى تكون فى الخطوة السابقة .

٤ - تغمس عينات الورق التى يجرى فحصها فى المحلول قبل وبعد معالجتها بالمواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات مدة تكفى لاكتسابها لونا بنيا .

٥ - ترفع الأوراق ثم تغمس فى نوشادر مركزة ويلاحظ مدى التغير فى لونها .

ويمكن الوقوف على مدى تأثير المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار للكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق من ملاحظة شدة اللون الذى اصطبغ به الورق وذلك قبل وبعد معالجته بالمواد المستخدمة فى اظهار الكتابات ، مع الأخذ فى الاعتبار أن شدة اللون تتناسب تناسباً طردياً مع درجة تأثر سليولوز الورق بهذه المواد .

ثانياً - نتائج الاختبارات العملية :

(١) اظهار الكتابات الباعثة باستخدام ماحول في كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢ %

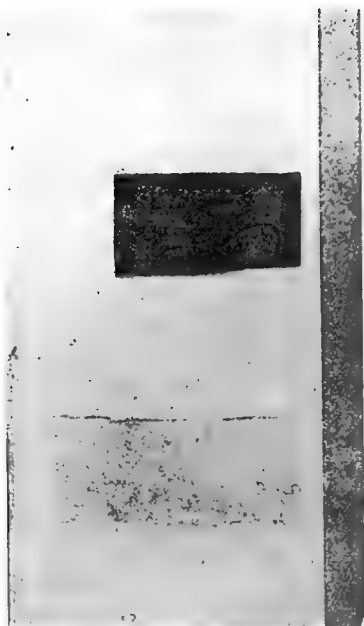
ج ١	الاذل الكيميائية المستخدمة	لون الكتابات بعد اظهارها	الغير في لون الكتابات بعد مرور الوقت	درجة ثبات الكتابات بعد اظهارها	ملاحظات
١ -	محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% لم عزلت الكتابات بمحول من محلات الكليل الباهرة درجة تركيزه ٢٥ %	بنى غامق الى اسود	حدوث تفس في شدة لون الكتابات بعد مرور يوم واحد	اختفت الكتابات التي لم اظهارها بعد مرود اربعة ايام	١ - تعتمد درجة وضوح الكتابات بعد اظهارها على كمية الكسيد الحديدية التي تملل الكتابات الباعثة مختلفة بها
٢ -	محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% لم عزلت الكتابات بمحول من الامونيم كاروكسي شيل سلفونيد ٥٠ %	بنى غامق الى اسود	حدوث تفس في شدة لون الكتابات بعد مرور خمسة ايام	اختفت الكتابات التي لم اظهارها بعد مرود اسبوعين	٢ - لم يلاحظ حدوث تفس في محلات الاوراني بسبب الزاد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباعثة
٣ -	محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% لم عزلت الكتابات بمحول من محلات الكليل الباهرة درجة تركيزه ٢٥ %	بنى غامق الى اسود	حدوث تفس في شدة لون الكتابات بعد مرور يومين	اختفت الكتابات التي لم اظهارها بعد مرود ستة ايام	
٤ -	محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% لم عزلت الكتابات بمحول من محلات الكليل الباهرة درجة تركيزه ٢٥ %	بنى غامق الى اسود	بنيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تفتيح	بنيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تفتيح	
٥ -	محول من كيريتيد الامونيم درجة تركيزه ٢% لم عزلت الكتابات بمحول من محلات الكليل الباهرة درجة تركيزه ٢٥ %	بنى غامق الى اسود	بنيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تفتيح	بنيت شدة لون الكتابات بعد اظهارها دون تفتيح	

(ب) اطوار الكائنات الباعثة باستخدام صيغة الجبال المخمرة (Fermented gallo4 tincture)

ملاحظات	درجة نبات الكائنات بعد اطوارها	النتج في لون الكائنات بمرور الوقت .	لون الكائنات بعد اطوارها	المخاليق الكيميائية المستعملة .	م
١ - لم يلاحظ حدوث نفس في صلاية الاوراق بسبب الاستعداد التجميدية الباعثة . المستعملة في اطوار الكائنات الباعثة .	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكائنات وظلت نيرة . لم يحدث نفس في درجة وضوح الكائنات بعد اطوارها	لم يحدث تغير في لون الكائنات بعد اطوارها	بنفسجي الى الازرق مائل الى البنفسجي بني غامق	محلول من صيغة الجبال المخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ محلول من صيغة الجبال المخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ محلول الكائنات بنسبها ونظيرة التوافر لمدة خمس دقائق .	١ -
٢ - تمهيد درجة وضوح الكائنات بعد اطوارها على كمية اكسجين الصلبة (دس) قبل الكائنات مستعملة بها .	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكائنات وظلت نيرة . لم يحدث نفس في درجة وضوح الكائنات بعد اطوارها	لم يحدث تغير في لون الكائنات بعد اطوارها	بني مائل الى الاسود	محلول من صيغة الجبال المخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ محلول الكائنات بنسب الاوراق في محلول من صيدروسيد البروتاسيوم درجة تركيزه ٢١٪ لمدة دقيقة واحدة .	٢ -
	لم يحدث نفس في درجة وضوح الكائنات وظلت نيرة .	لم يحدث تغير في لون الكائنات بعد اطوارها	اسود مائل الى البني .	محلول من صيغة الجبال المخمرة درجة تركيزه ٢٠٪ محلول الكائنات بنسب الاوراق في محلول من صيدروسيد البروتاسيوم درجة تركيزه ٢١٪ لمدة دقيقة من محلول الكائنات . درجة تركيزه ٢١٪ لمدة دقيقة اخرى .	٣ -
					٤ -

جدول يوضح تأثير المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة على المكونات السليولوزية للورق ، وقد عبر فيه عن الكميات النسبية للمكونات السليولوزية بالأرقام وأعطى مجازا لكمية المكونات السليولوزية قبل عملية اظهار الكتابات القيمة (١٠) .

١ -	المواد الكيميائية المستخدمة في اظهار الكتابات الباهتة .	كمية المكونات السليولوزية للورق قبل عملية اظهار الكتابات الباهتة .	كمية المكونات السليولوزية للورق بعد عملية اظهار الكتابات الباهتة .
١ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪	١٠	٩٥
٢ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ لم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من خلات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩٥
٣ -	محلول من كبريتيد الأمونيوم درجة تركيزه ٢٪ لم عولجت الكتابات بعد اظهارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه ١٦٪ .	١٠	٩٥
٤ -	محلول من صيغة الجالول المتغيرة درجة تركيزه ٢٠٪ .	١٠	١٠ تقريبا
٥ -	محلول من صيغة الجالول المتغيرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بعد اظهارها بتعريضها لأبغرة النوشادر لمدة خمس دقائق .	١٠	١٠ تقريبا
٦ -	محلول من صيغة الجالول المتغيرة درجة تركيزه ٢٠٪ لم عولجت الكتابات بعد اظهارها بغفر الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة .	١٠	١٠ تقريبا
٧ -	محلول من صيغة الجالول المتغيرة درجة تركيزه ٢٠٪ وعولجت الكتابات بعد اظهارها بغفر الأوراق في محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة ثم غمرت الأوراق بعد ذلك في محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة أخرى .	١٠	١٠ تقريبا

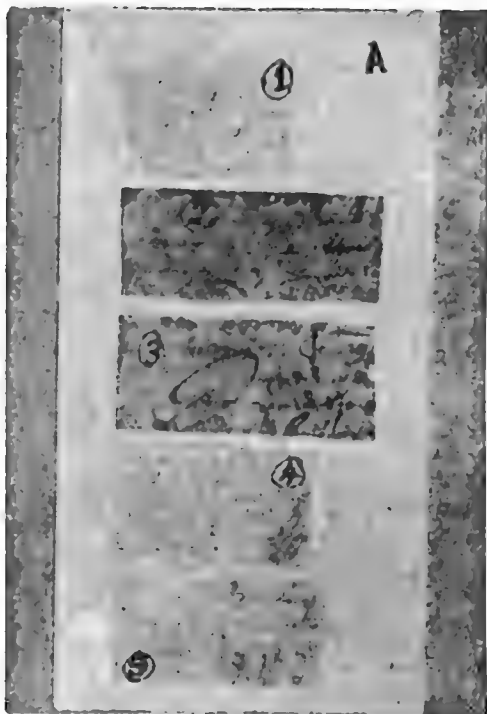


الظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من كبريتيد الأيونيوم درجة تركيزه 2% ويتضح من الصورة ما يلي :

١ - الكتابات الباهتة قبل الظهار .

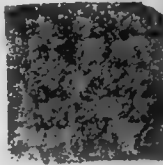
٢ - الحالة التي تصبح عليها الأوراق المعالجة بالظهار كتاباتها الباهتة دون إزالة ما يعلق بسطحها أو يتداخل بين أليافها من التربة .

وتبدو الكتابات بعد إزالتها في صورة خطوط داكنة اللون على أرضية اللل لظانسا وغير متجانسة في لونها .

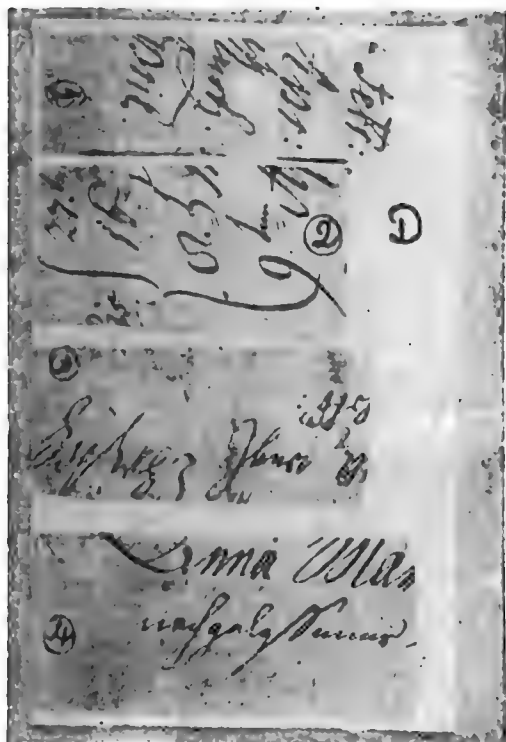


- الاهار الكتابات الباعته باستخدام محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه 1% ويتضح من الصورة ما يلي :
- ١ - السجدة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول من كبريتيد الامونيوم درجة تركيزه 1% .
 - ٢ - السجدة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اثارها بمحلول من نترات الرصاص درجة تركيزه 1% .
 - ٣ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات بعد اثارها بمحلول من خلاص الرصاص درجة تركيزه 1% .
 - ٤ - السجدة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات فور اثارها بمحلول من خلاص النخل المبلورة درجة تركيزه 1% .
 - ٥ - النتيجة التي يمكن الحصول عليها باستخدام محلول كبريتيد الامونيوم ثم معالجة الكتابات فور اثارها بمحلول من الصوديوم كاربوكسي ميثيل سيلولوز درجة تركيزه 1% .

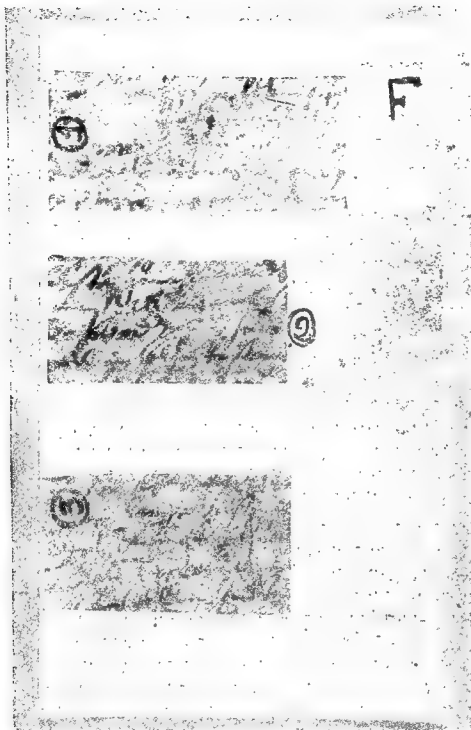
C



الاهار الكتابات الباعثة باستخدام معلول من صيغة الجداول المتغيرة ثم معالجة
الكتابات بعد اهارها بتعريضها لابخرة التوشادر لمدة خمس دقائق .
ويتضح من الصورة الاختلاف درجة وضوح الكتابات في التربينين ١ ، ٢ بالرغم من
ان الكتابات الباعثة في ما قد عولجت بنفس المادة وفي نفس الظروف .. ويؤرجع هذا الى
الاختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات الباعثة محتلفة بها في كل منهما .



اظهار الكتابات الباعثة باستخدام محلول من صبغة الجاؤول المتخثرة .. ولقد عولجت
 الكتابات التي لم تظهرها محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم بدرجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة
 لم يجعلها من حبس الطليخ درجة تركيزه ١٪ لمدة دقيقة اخرى .
 وينتج من الصورة الختلاف درجة وضوح الكتابات في التجارب ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤
 بالرغم من ان الكتابات الباعثة في جميع هذه التجارب لم تكونت على الكواح وفي نفس
 الظروف .. ويرجع هذا الاختلاف الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات
 الباعثة مغطاة بها في كل حالة .



اظهار الكتابات الباهتة باستخدام محلول من صيغة الجالول المتغيرة .. وقد عولجت
 الكتابات فور الظهارة بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه 21 لمدة دقيقة .
 ويتضح من الصورة اختلاف درجة وضوح الكتابات في التجارب أرقام ١ ، ٢ ، ٣ رغم
 ان الكتابات الباهتة في جميع هذه التجارب قد عولجت بنفس المواد وفي نفس الظروف ..
 ويرجع هذا الى اختلاف كمية اكسيد الحديد التي ظلت الكتابات الباهتة محتفظة بها في
 كل حالة .

ثالثا - مناقشة النتائج :

بعد مناقشة نتائج الاختبارات العملية أمكن استخلاص الأمور الهامة الآتية :

١ - يجب تجنب استخدام كبريتيد الأمونيوم في اظهار الكتابات الباهتة لما لها من تأثير سيئ على المكونات السليولوزية للورق . وبالإضافة الى ذلك فإن الكتابات التى يتم اظهارها لا تلبث أن تبهت من جديد بعد وقت قصير نسبيا من اظهارها .

٢ - يفضل استخدام صبغة الجالول المتخمرة (Fermented gallol tincture) فى اظهار الكتابات الباهتة ، وذلك على أساس انه ينتج عن استخدامها تكون نفس المركب الكيميائى الذى كان موجودا بالكتابات قبل أن تبهت . ومن ناحية أخرى فإنه لا يتخلف بالورق من جراء استخدامها أحماض قوية أو أملاح معدنية قد تؤدى الى تلف الورق فى المستقبل . وبالإضافة الى ذلك فقد ثبت أن كلا من صبغة الجالول المتخمرة وحض الجاليك لا يتسببان فى تلف الورق ولا يؤثران على مكوناته السليولوزية .

٣ - أمكن الوصول الى أفضل النتائج من حيث امكانية اظهار الكتابات بلون يماثل الى حد كبير لونها الأصيل باستخدام محلول صبغة الجالول المتخمرة ثم معالجة الكتابات بعد اظهارها بمحلول من هيدروكسيد البوتاسيوم درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة ثم بمحلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١ ٪ لمدة دقيقة أخرى .

٤ - يجب غسل الأوراق المراد اظهار ما بها من كتابات باهتة لازالة ما قد يكون عالقا بها أو متداخلا بين اليافها من أتربة نظرا لاحتواء هذه الأتربة على نسبة من مركبات الحديد ، الأمر الذى سوف يؤدى الى اكتمساب الأوراق - فى حالة تواجدها - لونا أسودا مائلا الى الحرة بفعل المواد الكيميائية المستخدمة فى اظهار الكتابات الباهتة نتيجة لتفاعلها مع مركبات الحديد الموجودة بالأتربة .

وأخيرا وفى نهاية الحديث عن طرق علاج وترميم الورق لابد لنا من أن نقول أن جميع الطرق التى ذكرت فى هذا الصدد والمواد المستخدمة فيها - رغم انها تشكل الأساس المنهجى والتطبيقى لعلاج وترميم الأوراق القديمة بأنواعها المختلفة - لا يصح تناولها أو تنفيذها على علاتها ، بل يجب مداومة البحث والتجربة حتى نصل الى درجة الاستيقان الكامل من صلاحيتها ، وذلك إيماننا منا بأهمية هذا العمل واستثمارا لمدى الخطور التى تترتب على التطبيق الخاطى لعمليات الترميم والعلاج .

علاج وترميم أوراق البردى

استخدمت أوراق البردى في مصر القديمة كمادة يكتب عليها منذ ٣٠٠٠ عام قبل الميلاد وحتى القرن التاسع الميلادي عندما تقدمت صناعة الورق وأزاحت البردى عن مكانته المرموقة .

والبردى هو أحد المواد التي تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيد هذه الليونة بدرجة كبيرة إذا ما اكتسبت ثانية قدرا كافيا من الرطوبة ، وهذا في الواقع هو الأساس أو حجر الزاوية في جميع أعمال علاج وترميم أوراق البردى . وما يساعد كثيرا في أعمال الصيانة والعلاج أن الأحبار التي كتب بها على أوراق البردى لا تتأثر بالماء أو المحاليل المائية .

والبردى بوصفه أحد المواد المصنوعة من الألياف السليولوزية لا يختلف عن الورق في الكيفية التي يتلف بها . ولعل الفرق الوحيد بينهما - من وجهة نظر العاملين في الصيانة هو كون البردى أكثر ثباتا في مواجهة عوامل التلف المختلفة التي يتعرض لها . ويرجع ذلك بطبيعة الحال الى أن أوراق البردى مادة بسيطة التكوين تتركب أساسا من السليولوز وبقايا طليقة من عصارات نبات البردى التي تتكون غالبا من قليل من الأملاح والسكريات وقليل من المواد النشوية والمواد الدافئة . ومن الملفت للنظر في هذا الصدد أن صناعة أوراق البردى والمادة الخام المستخدمة فيها قد خضعت لتقاليد راسخة ولم يطرأ عليها تطور يذكر عبر المصور الطويلة التي استخدمت فيها .

والواقع هو أن معظم طرق العلاج والترميم التي ذكرت عند الحديث عن علاج وترميم الورق والمواد المستخدمة فيها يمكن تطبيقها في علاج وترميم أوراق البردى ، إلا أن أوراق البردى بوصفها أحد المواد الأثرية تخضع لمعايير خاصة تستوجب عدم إحداث تغيير ملحوظ سواء في الشكل أو في المظهر أو في اللون ، الأمر الذي يتطلب التدقيق في اختيار طرق العلاج والترميم والالتزام بوجهة نظر الأثريين . وعلى ذلك فليس هناك ضرورة لتكرار الحديث عن طرق العلاج والترميم والمواد المستخدمة فيها ويمكن الرجوع إليها واختيار أنسبها وأصلحها لعلاج وترميم أوراق البردى .

وسوف نكتفي بالحديث هنا عن طرق غرد أوراق البردى .

غرد أوراق البردى

وجدت أوراق البردى التي وصلت إلينا من الأزمنة القديمة - وخاصة

في مصر - اما على هيئة لفائف تختلف في احجامها وجدت محفوظة داخل اكياس من قماش الكتان ، واما على هيئة طبقات مكتوبة وملصقة بالفراء ومغطاة بطبقة رقيقة منقوشة من الملاط ، مكونة ما يطلق عليه اسم كرتوناج المومياوات . وبالإضافة الى ذلك وجدت حالة فريدة في برديات نجع حمادى التى يرجع تاريخها الى العصر القبطى المبكر - وتعرف باسم برديات العازقين بالله ، وقد وجدت عند الكشف عنها داخل أغلفة مصنوعة من الجلد ، وهى محفوظة بالمتحف القبطى بالقاهرة ويتوافر على دراستها حاليا لجنة دولية تحت اشراف منظمة اليونسكو - حيث عثر على كمية كبيرة من أوراق البردى المكتوبة والملصقة معا التصاقا شديدا بالفراء الحيوانى على هيئة أوراق الكرتون داخل الأغلفة الجلدية لهذه البرديات . وقد عهد الى بعملية فصل أوراق البردى هذه منذ ما يزيد عن الخمس سنوات .

ومن الواضح أن ظروف تواجد أوراق البردى على هذه الصورة أو تلك يحتم اتباع طرق فرد تتباين في التطبيق وان كان يجمعها أساس واحد ، فالبردى هو أحد المواد التى تفقد ليونتها بالجفاف وتستعيدتها ثانية اذا ما اكتسبت كمية كافية من الرطوبة .

طرق فرد أوراق البردى

(١) لفائف البردى

وتتبع لفرد لفائف البردى الطريقة الآتية :

- ١ - تنظف اللفايات مما قد يكون عالقا بها من أتربة أو رمال باستعمال فرشاة ناعمة أو أى أداة أخرى مناسبة .
- ٢ - تعرض لفائف أوراق البردى بعد تنظيفها لبخار الماء الساخن داخل صندوق محكم الغلق وتترك فترة كافية لامتناس كمية مناسبة من الرطوبة واكتساب درجة الليونة المطلوبة .
- ٣ - بعد التأكد من ليونة أوراق البردى تؤخذ اللفايات وتوضع على لوح من الزجاج مغطى بفرغ من ورق النشاف أو قطعة من قماش الجول ايشلن أو النايلون ويبدأ فى عملية الفرد . وعندما يتم فرد جزء من اللفافة يوضع فوقه لوح من الزجاج . وتتوالى عملية التلين والفرد تباعا حتى يتم فرد لفافة البردى بأكملها .
- ٤ - بعد الانتهاء من عملية الفرد ترش البرديات بمحلول من الصمغ العربى درجة تركيزه ٣٪ ، حيث ثبت أنه من أصلح المواد لتقوية

اوراق البردى وتثبيت كتاباتها ، فضلا عن كونه المادة التي استخدمت قديما لهذا الغرض .

٥ - بعد تشرب محلول الصمغ العربي توضع البرديات بين ورقتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين وتكبس بواسطة مكبس يدوى لمدة عشر دقائق ترفع بعدها وتوضع بين ورقتين جديدتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين ثم يعاد كبسها حتى صباح اليوم التالى . وفى حالة عدم وجود الورق المشبع بشمع البرافين يمكن استعمال ورق من النشاف بعد رشه بمحلول من شمع البرافين الذائب فى البنزين . وفى هذه الحالة يستخدم يدلا من المكبس لوحان من الزجاج يوضع فوقهما بعض الأثقال . ويراعى مداومة تغيير ورق النشاف من وقت لآخر حتى يمكن تلافى التصاق البرديات به .

٦ - تعد البرديات للعرض بعد جفافها بوضعها بين لوحين من زجاج البلكسى (plexiglass) وذلك بعد تعقيمها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية . ويراعى ألا تكون البرديات محتوية على كمية من الرطوبة أكثر مما يكفل عدم نمو الفطريات وعلى أن تترك عند لصق لوحى الزجاج بعض المنافذ ليتسرب منها الهواء داخل لوحى الزجاج .

(ب) كرتوناچ المومياءات :

لما كانت كرتوناچات المومياءات تتكون فى بعض الحالات من طبقات من أوراق البردى ملتصقة بعضها ببعض الآخر بالفراء الحيوانى ويغطى سطحها طبقة من ملاط الجسو عادة منقوشة وزينه بالألوان ، فإن ذلك يستوجب تعديلا أو تحويرا فى الطريقة التى تتم بها عملية الفرد . وهذا التعديل يتلخص فى الخطوات الآتية :

١ - تزال طبقة الملاط بطريقة يدوية ، ولعله يكون من الأفضل محاولة الاحتفاظ بها سليمة . ويمكن أن تتبع فى ذلك الطريقة الآتية :

(أ) تسقى طبقة ملاط الجسو بمحلول من مادة الكلاتون ج ب (CALATON C. B) الذائبة بنسبة ٥٪ فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠٪ حتى تنتشع تماما ثم تترك لتجف . ومحلول الكلاتون هذا يتميز بأن شده السطحي أقل من الماء ، ومن ثم فسوف ينفذ الى مسافة كبيرة داخل طبقة ملاط الجسو ويكون بعد جفافه غشاء متداخلا فيها . وسوف يعمل هذا الغشاء بالاضافة الى تثبيته للألوان على ربط حبيبات ملاط الجسو ويمنع تفككها بالماء .

(ب) تدعم طبقة ملاط الجسو بطبقة من قماش الشاش تلصق عليها باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسي مثيل سليولوز (الليسوليز) الدائبة في ماء دافئ بنسبة ٥٪ .

(ج) بعد جفاف القماش والتصاقه تماما بملاط الجسو يقلب الكرتوناج وترش أوراق البردى بالماء المضاف اليه الكحول الايثيل بنسبة ٥٠٪ على الأقل ٠٠ ويراعى أن يتسرب الماء المضاف اليه الكحول الى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو الملاصق لأوراق البردى ٠٠ وينتظر حتى تكتسب أوراق البردى درجة كافية من الليونة وحتى يتطرى السطح الأسفل من طبقة ملاط الجسو .

(د) تفضل أوراق البردى عن طبقة ملاط الجسو باستخدام مشروط أو أية أداة أخرى مناسبة على أن يكون القطع في السطح الأسفل من طبقة الجسو وبعبدا عن أوراق البردى ٠٠ ويراعى منتهى الحذر حتى لا تتهتك أوراق البردى أو سطح طبقة الجسو المنقوش واللون .

(هـ) بعد فصل أوراق البردى تترك طبقة ملاط الجسو حتى تجف ثم يدعم سطحها السفلي بطبقة من قماش الشاش تلصق عليه باستخدام محلول من مادة خلات الفينيل المبلمرة الدائبة في الأسيتون بنسبة ١٠٪ .

(و) تزال طبقة الشاش التى تغطى سطح طبقة ملاط الجسو المنقوش باستخدام كمادات من الماء الدافئ ٠٠ ويراعى أن يكون القماش عند ازالته موازيا لسطح طبقة ملاط الجسو ، وبذلك يمكن تقليل الشد الناتج الى اقل قدر ممكن وحتى يمكن تلافى تقشر النقوش والألوان .

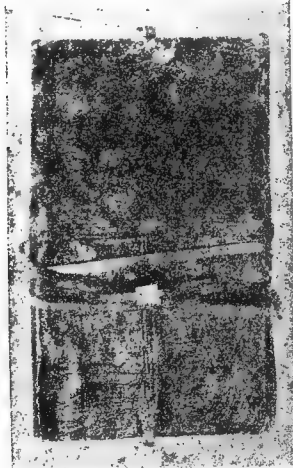
٢ - توضع أوراق البردى المنتصقة بالفراء العيوانى بعد ازالة طبقة الملاط التى كانت تغطيها فوق قطعة من قماش الشاش ثم توضع بعد ذلك في حوض به ماء ساخن درجة حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة م وتظل به الى أن ينوب الفراء تماما مع مداومة اجداث اهتزازات في الماء باستخدام فرشاة ٠٠ وقد يحتاج الامر تغيير الماء من وقت لآخر .

٣ - بعد التأكد من ذوبان الفراء يزقع القماش وما عليه من أوراق بردى وينتظر حتى تتماسك أوراق البردى ويبدأ فوراً في فصل طبقاتها واحدة تلو الأخرى باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط والملاقيط .

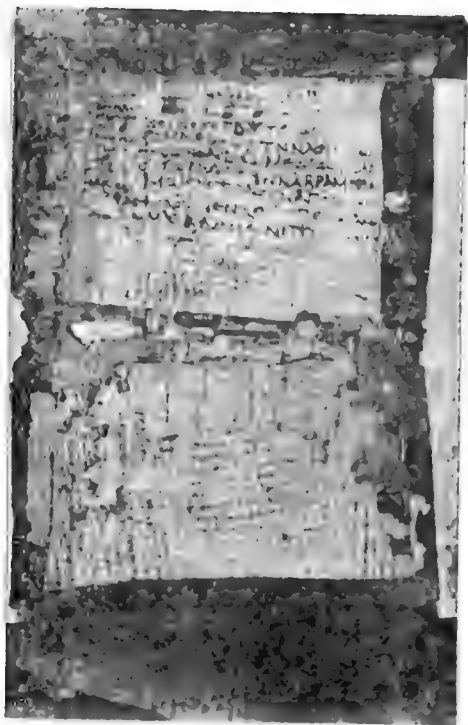
٢ - تحفظ أوراق البردى التي يتم فصلها بين أوراق مبللة من النشاف
لحين الانتهاء من عملية الفصل وبعدها تفرد كل على حدة ثم تعالج
وتعد للمرض بالطريقة السابق الإشارة إليها .

ومما يجدر التنويه عنه هو أنني قد اتبعت هذه الطريقة وبجحاح في
فصل أوراق البردى التي كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله .

وفيما يلي سوف أضبع بين يدي القارئ مجموعة من الصور
الفوتوغرافية تمثل خطوات العمل التي اتبعتها في فصل أوراق البردى
التي كانت تبطن أغلفة برديات العارفين بالله حتى يمكن الاسترشاد بها .



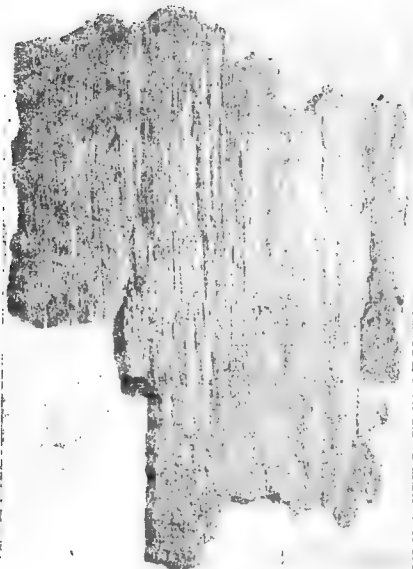
صورة فوتوغرافية لثلاث جلدات لأحد مخطوطات العارفين بالله المكتوبة على أوراق
البردى ويرجع تاريخها الى العصر اللبني البكر .



صورة فوتوغرافية لصورة من اوراق البردي المكتوبة والمكتشفة معاً (المسالك) شهيداً
بالفترة المتأخرى من سنة اوردل الكرون ٥٠٠ وهي كما يتضح من الصورة مستخدمة في
تخطيط القلايد الجبلية لاجل مخطوطات العارفين بالله .



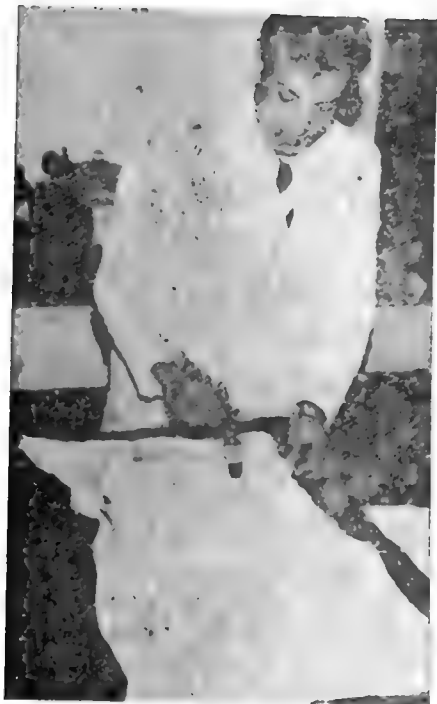
صورة فوتوغرافية لأوراق البردي التي كانت تحيط الخلال الجليدي لمخطوطة المارلين
بالله ، وذلك بعد أن نزع من الخلال الجليدي .
ولقد نزع أوراق البردي عن الخلال الجليدي بعد أن اكتسبت أوراق البردي درجة
كافية من الليونة عن طريق وضع الخلال وما به من أوراق بردي في صندوق معكم الفلق
بداخله إناء مملوء بالماء الساخن ولقد تم نزع أوراق البردي بطريقة يملوية وباستخدام
الأنواع المناسبة من المشابك والملاطيف .
ويستطيع القارئ أن يتخيل من الصورة الفوتوغرافية سمك أوراق البردي وشدة
التصاقها معاً .



صورة فوتوغرافية للسطح الخلفى لأوراق البردى المتصلة معا اتصالا شديدا بالقراء.
 الحيوانى بند أن نزع من الغلاف الجلى .
 ويلاحظ من الصورة أن هذا السطح غير مكتوب ، الأمر الذى يسر كثيرا عملية فصل
 أوراق البردى عن الغلاف الجلى .



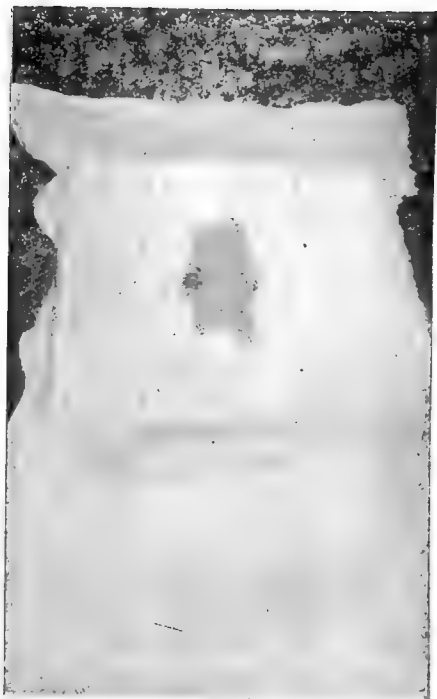
صورة فوتوغرافية توضح كيفية الاعداد لعملية فصل اوراق البردى التي تؤخذ من
الغلاف الجلدى . ويظهر فى الصورة حوض من الصاج المطلى بالطينا مملوء بماء ساخن درجة
حرارته تتراوح ما بين ٦٠ درجة ، ٧٠ درجة مئوية وقطعة من قماش الشاش يجرى فردها
على الحوض المملوء بالماء ، وذلك بغرض استخدامها كمعامل لرفع اوراق البردى بعد ان
يلتصق القراء تماما وبعد ان تبدأ فى الانفصال .



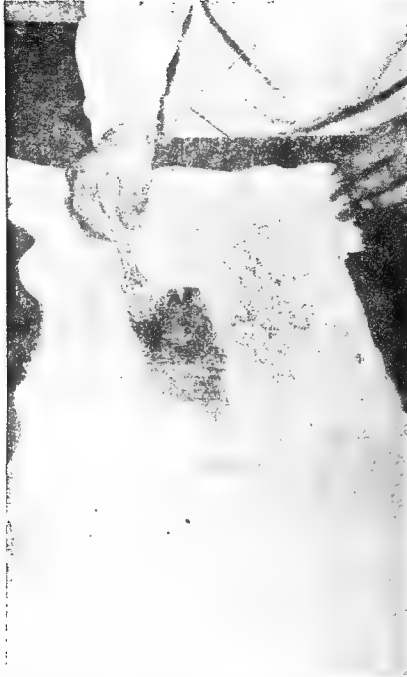
صورة فوتوغرافية تبين الحرفى المملوك. بالكه الساخن بعد ان تمت تفتيشه بهاش التالى
والجرى عمليه تثبيت قماش التالى فى قاع الحوض .



صورة فوتوغرافية توضح كيفية ارتداء الحجاب في الكويت. يلاحظ أن الحجاب ليس ملصقاً على الرأس، بل هو قطعة من القماش تغطي الرأس والرقبة.



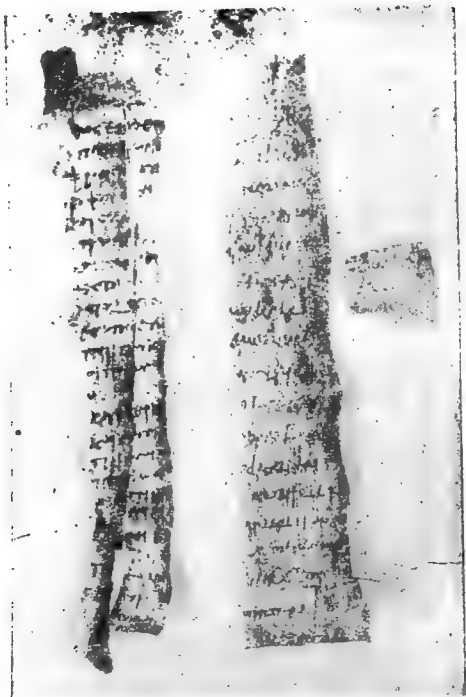
صوره فوتوغرافية تبين اوراق البردى الملتصقة معا بالفراء الحيواني وهي عالقة على سطح الماء الساخن الموضوع في العوضي المثبت في قاعة قعاش الشاشي .



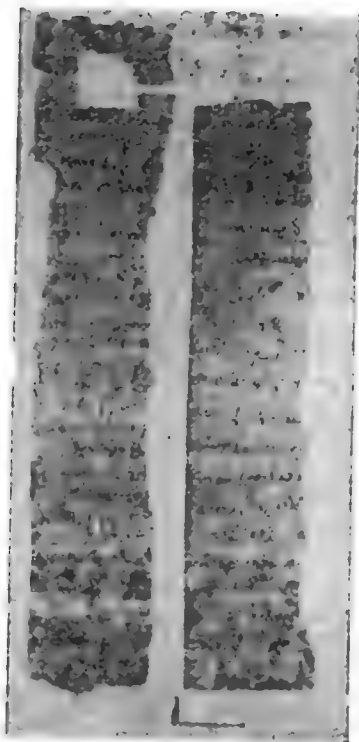
صورة فوتوغرافية توضح كيفية تفتيس أوراق البردي الملتصقة بالفراء الحيواني في الماء الساخن .
 وسوف يتبع ذلك أحداث اهتزازات في الماء باستخدام الفرشاة ، وذلك بقرص الاسراع.
 في عملية ذوبان الفراء وأحداث قوة ضغط ميكانيكية بسيطة ومنظمة تساعد على تفصل
 أوراق البردي عنهما يلوب الفراء الحيواني في الماء الساخن .



سورن فورلر ينادي ليج منجية وادي الهريق السطحية بعد ان لم تسلبها ورفضها على ليلج من وادي الهريق .
 وبقري عليه لرمه بعد ان تمكن باستخدام الارواح النسيبة من التمدد والاختفاء . وذلك فويما تفرجها وتنتج حمارها لم اعدنا للمري .



صورة فوتوغرافية تبين صفيحتين من ورق البردي من طبقات داخلية ، بعد أن تم فصلها ووضعها على لوح من ورق النشاف ، وذلك قبل البدء في عملية الفرز والتفويضة وتثبيت الكتابات تمهيدا لاعتمادها للمعري .



صورة فوتوغرافية لجزء من صفحة ورق الردي الذي لم تكتبها من طبقات داخلية .
 بعد ان تم فردها وتلوينها وتثبيتها عليها من كتابات لونها لونها بين اوجين من
 زجاج البكسي .

علاج وترميم الجلد والرق

علاج وترميم الجلود القديمة

لعل من أهم الأمور التى يجب ألا تغيب عن أذهان المشتغلين بعلاج وترميم الآثار والمقتنيات الثقافية أن الهدف النهائى من جميع أعمال العلاج والترميم والصيانة هو الحفاظ على هذه المقتنيات للأجيال المقبلة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والمحتوى الحضارى ، الأمر الذى يحتم انقاذ أكبر قدر ممكن من مادتها بكل الوسائل والامكانيات المتاحة ، غير أنه فى بعض الحالات قد يتطلب الأمر استبدال الأجزاء المتآكلة التى تعجز الامكانيات المتوفرة عن انقاذها ، وفى هذه الحالة لا بد من استخدام مواد لا تختلف عن الأجزاء المتآكلة المطلوب استبدالها فى المظهر وعلى أن يجرى تشكيلها بالأسلوب الملائم الذى يحفظ للمقتنيات خصائصها الفنية وسماتها الجمالية .

ولكل هذه الأسباب مجتمعة نجد أن أعمال العلاج والترميم التى تجرى فى المراكز المتخصصة بدور الكتب والأرشيف والوثائق التاريخية تختلف اختلافاً جوهرياً عن عمليات الإصلاح التى يقوم بها عادة بعض الحرفيين فى ورش التجليد بالرغم من التشابه الظاهرى الذى يبدو بينهما لغير المتخصصين .

ويشتمل علاج وترميم الجلود القديمة على عدة عمليات أساسية هى :

- ١ - التنظيف وإزالة البقع .
- ٢ - الفرد وإزالة التجمعات .

٣ - علاج الجلود التالفة بتأثير المياه .

٤ - التطرية .

٥ - التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة .

وفيما يلي سوف تتناول هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو التالي :

أولا - التنظيف وإزالة البقع

١ - التنظيف :

(١) التنظيف بالطرق الميكانيكية :

تنظف الجلود القديمة بالطرق الميكانيكية لإزالة ما قد يكون عالقا بها من أتربة وبويضات الحشرات أو مخلفاتها وما قد يتواجد على سطوحها من طبقات جيلاتينية لزجة باستخدام فرشاة ناعمة جافة . وإذا لزم الأمر فيستعمل بحذر شديد الأنواع المناسبة من الكاشط والمشارط . وفي حالة الجلود المتآكلة يمكن استخدام أجهزة شفط مناسبة على أن توضع الجلود بين طبقتين من قماش ناعم واسع الشبكات ثم تمرر أنبوبة جهاز الشفط على سطح القماش جزءا جزءا الى أن يتم التخلص من الأتربة .

والواقع أنه إذا نجحت الطريقة الميكانيكية في إزالة المواد العالقة والقاذورات على الناشف فإنها تكون أفضل بكثير من الطرق التي تستخدم فيها المحاليل الكيميائية ، وذلك لأمانها ولعدم اذابتها للمواد الصابغة المستخدمة في تلوين الجلود ، فضلا عن كونها لا تؤدي الى تبقع أو تغير لون الجلود .

(ب) التنظيف بالمحاليل الكيميائية :

بعد إزالة الأتربة والقاذورات العالقة بالجلود وإذا احتاج الأمر الى استخدام المحاليل الكيميائية فيجب تجنب استخدام المحاليل المائية ، إذ ثبت أن الماء يؤدي الى تلف الجلود القديمة تلفا كبيرا لا يمكن تلافي آثاره .

ويستخدم عادة في تنظيف الجلود القديمة صابون أوليات البوتاسيوم الذي يطلق عليه عادة بالانجليزية اسم (Spirit Soap) لقابليته للذوبان في زيت التربنتين المعدني (White spirit) .

ويستخدم صابون أوليات البوتاسيوم على صورة محلول في زيت التربينتين المعدني درجة تركيزه ٢ ٪ ٠٠ ويجرى العمل باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يمس بها سطح الجلد مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيف الجلود تماما من الأتربة والقاذورات العالقة بسطحها أو المتداخلة في مسامها .

وفي نهاية عملية التنظيف تشطف الجلود باستخدام أسفنجة مبللة بقليل من زيت التربينتين المعدني ويستمر العمل الى أن يتم إزالة آثار الصابون المستخدم في الفسيل ، ثم تترك الجلود لتجف في درجة الحرارة العادية .

٢ - إزالة البقع :

تتطلب عملية إزالة البقع من الجلود القديمة تحديد نوعية البقع والتعرف على المواد التي تسببت فيها وعلى التغيرات الكيميائية التي طرأت عليها والمواد الكيميائية اللازمة لعملية التنظيف وخواصها ومدى تأثيرها على الجلود ، وكذلك الاحتياطات الواجب مراعاتها والحدود التي يجدر الوقوف عندها .

ولكل هذه الاعتبارات فإن عملية إزالة البقع ليست من العمليات النمطية الروتينية . وفي حالات كثيرة يضطر القائمون بهذا العمل الى الموازنة بين سلامة الجلود وبين إزالة ما بها من بقع .

ويتوقف نجاح عملية إزالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية وذلك على أساس أن استخدامها بقدر أكثر من اللازم يؤدي الى انتشار هذه البقع في الأماكن المجاورة لها ، مما يزيد من اتساع الجلود وتشويه مظهرها ، ولذلك يجب فرد الجلود المراد إزالة ما بها من بقع على ألواح من الزجاج مغطاة بأوراق النشاف وتوضع المحاليل الكيميائية المستخدمة في إزالة البقع سحاحات حتى يمكن استخدامها نقطة بنقطة تلافيا لانتشار البقع .

وقد وجد بالتجربة أن تغطية البقع قبل استخدام المحاليل الكيميائية بطريقة رقيقة من بودة التلك يساعد كثيرا على عدم انتشار البقع في الأماكن المجاورة لها .

ومن الضروري مراقبة سير عملية إزالة البقع حتى يمكن إيقافها في الوقت المناسب وقبل أن تؤثر على لون الجلود ذاتها .

وبصفة عامة يجب مراعاة الاعتبارات الآتية عند إزالة البقع من
الجلود القديمة :

- ١ - عدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالمواد البروتينية قابلة
للذوبان في القلويات .
 - ٢ - عدم استخدام المواد الكيميائية القاسية أو المذيئة للألوان التي يتولد
عنها غاز الكلور ويكتفى باستخدام محلول من فوق أكسيد الهيدروجين
(ماء الأكسجين) .
 - ٣ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة .
 - ٤ - عدم استخدام حمض النيتريك ، إذ أنه يصبغ المواد البروتينية
باللون الأصفر .
 - ٥ - تجنب استخدام المخاليل المائية ، وفي الحالات التي يتحتم
استخدامها يجب عدم استخدامها وهي ساخنة جدا .
 - ٦ - يجب تثبيت الكتابات والنقوش إن وجدت قبل البدء في إزالة البقع
وذلك باستخدام محلول الكلثون .
 - ٧ - يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التي استخدمت في
إزالة البقع .
- وفيا إلى سوف نتناول بطريقة اجمالية أنواع البقع الشائع تواجدها
والمواد الكيميائية التي يمكن استخدامها لهذا الغرض .

بقع الشموع :

يتم كشط الجزء المتراكم على سطح الجلود باستخدام مشرط أو
مسكين أو أية أداة أخرى مناسبة ، أما الجزء الذي تشربه الجلد فيزال
بالبنزين على أن تغطي مواضع البقع قبل استخدام البنزين ببودة التلك
حتى نمنع بذلك انتشارها في الأماكن المجاورة .

وثمة طريقة أخرى توضع فيها الجلود الملوثة بالشموع - وخاصة
إذا كانت رقيقة بين فرخين من ورق النشاف ثم تمرر فوقها مكواه كهربائية
محمدة لدرجة الحرارة المناسبة ، فينصهر الشمع ويتشربه ورق النشاف .

بقع الزيوت والدهون والقطران :

تستخدم المواد الآتية في إزالة هذه الأنواع من البقع :

١ - ثلاثي كلوريد الاليلين .

٢ - ثنائي كلوريد الاليلين .

٣ - المورفولين .

٤ - زيت التربنتين النباتي أو المعدني .

ومن الضروري قبل البدء فى عملية ازالة البقع تنظية المواضع المتبقية بطبقة رقيقة من بودرة التلك حتى لا تنتشر البقع فى الأماكن المجاورة .

البقع الناتجة من افرازات الذباب وغيره من الحشرات :

يستخدم لازالة هذه البقع فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الاكسيجين) ١٠٠ حجم بعد أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقي أو أثير .

بقع الشاي والقهوة :

يستخدم لازالة بقع الشاي والقهوة فوق أكسيد الهيدروجين على أن يضاف اليه مثل حجمه كحول نقي أو أثير .

بقع صدأ الحديد :

من الملاحظ أن بقع صدأ الحديد من البقع الشائع تواجدها فى الجلود القديمة . . . ويستخدم لازالتها عادة محاليل المواد الكيميائية الآتية :

١ - محلول مركز من حمض الأوكساليك .

٢ - محلول من حمض الخليك .

٣ - محلول من حمض الهيدروفلوريك .

وفى حالة استخدامه يجب وضع الجلود على لوح من الخشب أو البلاستيك ، حيث أنه يذيب الزجاج .

بقع الأجبار والمواد الصابغة :

للاختلاف الكبير فى التركيب الكيميائى للأجبار والمواد الصابغة الأخرى فانه من الضروري التعرف على المادة المسببة للبقع قبل البدء فى عملية ازالتها . . . وقد سبق تناول هذا الموضوع بالتفصيل عند الحديث عن كيفية ازالة بقع الاجبار والمواد الصابغة من الأوراق القديمة وليست

هناك ضرورة لتكرار الحديث عنها ، ويمكن الرجوع اليها واستخدام ما يتناسب منها مع الجلود القديمة .

ثانيا - الفرد وإزالة التجعدات

فرد الجلود القديمة :

في الحالات العادية يمكن اتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الجلود القديمة المراد فردها في صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء لمدة تكفي لاكتسابها درجة مناسبة من الرطوبة والى أن تلين بالقدر الكافى .

٢ - تفرد الجلود بعد أن تلين رويدا رويدا وبخدر شديد ، ثم توضع بين لوحين من الزجاج تحت بعض الأثقال المناسبة الى أن تصل الى درجة الاستواء المطلوبة .

٣ - تدهن الجلود بعد فردها تماما بطبقة من زيت كبد الحوت البارد أو أية مادة تطرية أخرى ، وذلك بغرض المحافظة على ليونتها . وسوف نتناول تطرية الجلود القديمة فيما بعد بالتفصيل .

٤ - تهيأ الجلود القديمة بعد تطريتها للعرض ، وذلك بوضعها بين لوحين من الزجاج ٥٥ ويراعى ترك منافذ فى البروز المحيط بلوحى الزجاج تسمح بمرور تيار ضعيف من الهواء .

أما فى الحالات التى تكون فيها الجلود القديمة على هيئة لفائف يراد فردها أو على هيئة طبقات ملتصقة فيمكن اتباع الطرق الآتية :

(١) فرد لفائف الجلود القديمة :

ويتبع لفردها الطريقة الآتية :

١ - تغمر اللفائف بعد تنظيفها فى محلول مركز من الباغة الذائبة فى مزيج من خلات الاثيل والأميتون بنسبة ٥٠ ٪ لكل منهما وتترك هذه اللفائف فى المحلول حتى تتشرب أكبر كمية ممكنة منه .

٢ - ترفع اللفائف وتعرض للهواء حتى تجف تماما .

ويلاحظ فى هذه المرحلة من العمل أن اللفافة سوف تنفرد قليلا إذ أن الباغة تنكمش بطبيعتها عند الجفاف ، وهذا الانكماش ينتج عنه شد منتظم يؤدى الى فرد اللفافة لدرجة ما .

٣ - يمداد دمان الأجزاء التي تم فردها من اللقافة بمحلول الباغة ثم تترك لتجف . وبطبيعة الحال سوف يؤدي هذا الى زيادة المساحة المفرودة تباعا . وتكرر هذه العملية حتى يتم فرد اللقافة جميعها .

٤ - تتم عملية استواء اللقافة ، وذلك بوضعها في صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء حتى تكتسب درجة كافية من الليونة ثم توضع بين لوحين من الزجاج على النحو السابق توضيحه ، وتهدأ للعرض بعد ذلك .

(ب) طبقات الجلود المتصقة :

ويتبع لفصل طبقات الجلود المتصقة الطريقة الآتية :

١ - تضر الجلود المتصقة في اناء به ينزول ثم يوضع الاناء بعد ذلك في ثلاجة ويظل بها حتى يتجمد البنزول .

ويتميز البنزول بأنه يتجمد في درجات الحرارة المنخفضة ، وأن هذا التجمد يصحبه زيادة في الحجم ، الأمر الذي ينتج عنه ضغط منتظم على أسطح الجلد الداخلية مما يؤدي الى فصلها ولو جزئيا في بادئ الأمر .

٢ - تكرر عملية غمر الجلود في البنزول ثم وضعها في ثلاجة حتى يتم فصل طبقات الجلد المتصقة . وقد يحتاج الأمر في بعض الأحيان الالتجاء الى الطرق اليدوية أو الميكانيكية - بالإضافة الى الضغط الناشئ عن تجمد البنزول - وفي هذه الحالة يجرى ادخال مشروط أو سكين أو ملوق من البلاستيك بين طبقات الجلد المتصقة التي تم فصلها جزئيا بفعل الضغط الناشئ عن تجمد البنزول ودفعها برفق وحذر حتى تنفصل .

٣ - بعد اتمام فصل طبقات الجلد المتصقة توضع في صندوق محكم الغلق به مصدر لبخار الماء الى أن تكتسب درجة كافية من الليونة ثم تقرد وتعد للعرض بالطرق السابق الاشارة اليها .

ازالة التجمعات :

تعتمد عملية ازالة التجمعات على اكساب الجلود القديمة الكمية الكافية من الليونة التي تسمح بشد المواضع المجمدة دون خوف من تمزقها .

وتتلخص الطريقة التي يمكن اتباعها في الخطوات الآتية :

١ - تنظيف الجلود من العوالق والأتربة .

٢ - ترش الجلود بعد ذلك بمحلول من اليوريا أو بمحلول مخفف من الغل الطبيعي ، ثم تترك قليلا حتى تتشرب المحلول وتكتسب درجة كافية من الليونة . . ويراعى عدم استخدام أى من هذه المحاليل بكميات تزيد عن القدر اللازم لتطرية الجلد .

٣ - بعد أن تكتسب الجلود درجة كافية من الليونة تبدأ عملية إزالة التجمعات ، وذلك بإجراء شد بسيط بالأصابع من حول هذه التجمعات ثم يشد أطراف الجلد بحذر ورقق شديدين .

٤ - بعد انتهاء عملية إزالة التجمعات ترش الجلود بقليل من محلول اليوريا ثم توضع بين ورقتين من الأوراق المشبعة بشمع البرافين وتكبس باستخدام مكبس يدوي مناسب .

٥ - تترك الجلود تحت الضغط حتى تجف تماما ثم ترفع وتمد للعرض بالطرق السابق ذكرها .

ثالثا - علاج الجلود التالفة بتأثير المياه

فى هذه الحالة يكون العلاج مقفدا لدرجة كبيرة حيث تنمو عادة على مثل هذه الجلود أنواع معينة من الفطريات وتنتفخ رائحتها وتتناثر نقوشها اذا كانت محلاة بالألوان .

ولعلاج هذه الجلود يمكن اتباع الخطوات الآتية

١ - تنظيف الجلود أولا لازالة ما عليها من أتربة وفطريات أو ما قد يكون عليها من طبقات جيلاتينية لزجة ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة جافة أو باستخدام الأنواع المناسبة من المشارط أو المكاشط .

٢ - تترك الجلود بعد تنظيفها لتجف بعض الشيء حتى تكتسب درجة كافية من التماسك .

٣ - تفرد الجلود قبل جفافها تماما على لوح من الخشب مغطى بالنايلون وتثبت أطرافها بدبابيس رفيعة من الصلب غير القابل للصدأ .

٤ - توضع الجلود بعد فردها فى صناديق محكمة الغلق بها مادة كيميائية ماصة للرطوبة مثل السيليكا جل (Silica gel) ويجب أن تظل الجلود محتفظة برطوبة نسبية مقدارها ٦٠ ٪ ، وهى الدرجة المناسبة لاحتفاظ الجلود بدرجة مناسبة من الليونة

دون تعرضها لخطر الإصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة :

٥ - تعالج الجلود بعد ضبط درجة رطوبتها النسبية عند ٦٠ ٪ بالمبيدات الفطرية والبكتيرية .

٦ - تحفظ الجلود بعد علاجها بالمبيدات الفطرية والبكتيرية بين لوحين من زجاج البلكسي (Plexi glass) حتى تكون بمعزل عن الأتربة وحتى لا يصيبها الالتواء إذا ما زادت درجة الجفاف في الأجواء المحيطة بها عن الحد الملائم .

وكثيرا ما ترد الجلود الى المكتبات ودور الأرشيف والوثائق التاريخية بعد استخراجها من تربة رطبة أو تربة مشبعة بالماء . ولما كانت هذه الجلود تصل اليها عادة على درجة كبيرة من الضعف والوهن ، فانها تتطلب طرقا خاصة للعلاج .

ولعلاج مثل هذه الجلود يمكن اتباع الطريقة الآتية :

(أ) تسجل حالة الجلود وتقاس أبعادها وتصور فوتوغرافيا .

(ب) تفصل الجلود بالماء المضاف اليه الكحول الايثيل بنسبة ٥٠٪ لازالة ما قد يكون عالقا بها من قاذورات ، وذلك باستخدام فرشاة ناعمة .

(ج) تحك الجلود بعد ذلك برفق وحذر بمحلول من حمض الكربوليك درجة تركيزه ٢ ٪ في الكحول الايثيل باستخدام فرشاة ناعمة .

(د) تقمر الجلود بعد ذلك مباشرة في اناء به فازلين منصهر درجة حرارته تتراوح ما بين ٨٠ درجة ، ١٠٠ درجة مئوية وتبقى به يوما أو أكثر ٠٠ أو في حوض به شمع برافين منصهر درجة حرارته ١١٠ درجة مئوية لمدة نصف ساعة .

وتتم معالجة الجلود بالفازلين أو شمع البرافين يفرض اكساب الجلود درجة مناسبة من الليونة وعزلها عن تأثير الأجواء المحيطة ٠٠ ويفضل في هذه الحالة اضافة قليل من بودرة القار الى الفازلين أو شمع البرافين لأكسابهما اللون الذي يتناسب مع لون الجلود القديمة .

رابعا - نظرية الجلود القديمة

من المعروف أن أغلفة المخطوطات والكتب القديمة كانت تصنع من الجلود ٠٠ ومن الأمور الملفتة للنظر أن عملية التغليف كانت في الماضي

مجالا للتنافس الفنى ، حتى أننا نجد فى الكثير من الحالات أن الأغلفة القديمة لا تختلف عن اللوحات الزيتية أو نقوش التمبرا فى قيمتها الفنية .

ولقد تميزت كل فترة تاريخية بأسلوبها الفنى الذى يميزها عن باقى الفترات . . . ولعل من أبرز الأمثلة على ذلك أغلفة المخطوطات الفارسية .

وهذه كلها أمور تجعل من الضرورى الحفاظ على الأغلفة القديمة بخصائصها الأصلية من حيث الشكل الظاهرى والسمات الفنية .

والجلود أحد المواد المتميزة (Hygroscopic) وهى تحتوى عادة على قدر من الرطوبة التى تختلف كميتها باختلاف كمية الرطوبة فى الأجواء المحيطة ، وهذا يعنى أن كمية الرطوبة التى تحتويها الجلود تكون فى حالة توازن مع الأجواء المحيطة . . أى أنها تأخذ أو تعطى الرطوبة حسب كمية الرطوبة المتواجدة فى الجو المحيط بها .

والواقع أنه يوجد بالجلود نوعان من الرطوبة وهما ، الماء المتحد كيميائيا ويطلق عليه بالانجليزية اسم (Hydration moisture) والماء الحر الممدص فيزيائيا ويطلق عليه بالانجليزية (Capillary moisture)

ويرتبط الماء المتحد كيميائيا برابط قوى بالمجموعات ذات الأقطاب (Polar groups) الموجودة بجزء بروتين الجلد ، بينما يتواجد الماء الحر الممدص فيزيائيا فى المسام الشعرية الموجودة بالجلود ، وتختلف كميته تبعاً للتركيب البنائى لألياف الجلد واتساع المسام الشعرية به .

وبطبيعة الحال فإن القوة التى يرتبط بها الماء المتحد كيميائيا بجزء البروتين تزيد كثيراً عن القوة التى يرتبط بها الماء الممدص فيزيائيا بجدران المسام الشعرية الموجودة بالجلود . . . ومعنى هذا أن قابلية الجلود لفقد الماء الممدص فيزيائيا تزيد كثيراً جداً عن قابليتها لفقد الماء المتحد كيميائيا .

وعلى هذا يمكن القول بأن كمية الماء الممدص فيزيائيا تتوقف الى حد كبير على كمية الرطوبة المتواجدة فى الأجواء المحيطة وتختلف باختلافها ، بينما تتوقف كمية الماء المتحد كيميائيا على الخواص الكيميائية والطبيعية لجزء بروتين الجلد ، ويظل الجلد محتفظاً بها إذا لم يتعرض لجفاف شديد ودرجة حرارة عالية .

ولقد أثبتت الدراسات التى أجريت فى هذا الصدد أن فقد الجلد للماء الحر الممدص فيزيائيا يتسبب فى فقد الجلد لليونة ، بينما يؤدى فقد الجلد للماء المتحد كيميائيا الى تلف الجلد نتيجة لحدوث تغير فى التركيب الكيميائى والخواص الطبيعية للبروتين .

وعلى هذا الأساس تمتد عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين على أكبر قدر من الأهمية وهما :

١ - تخزين الجلود القديمة التي ما تزال محتفظة بالماء المتحد كيميائيا في أجواء تحتوى على الكمية المناسبة من الرطوبة .

٢ - معالجة هذه الجلود بالزيوت والمواد الدهنية .

وقد ثبت أن الزيوت والدهون تقلل من قابلية الجلود لفقد أو امتصاص الماء الحر أى الماء الممدس فيزيائيا ، كما أنها تزيد من مقاومتها للاعوجاج أو الالتفاف ٠٠ أى أنها تزيد من مقاومة الجلود لموامل التغير فى الشكل .

ومن ناحية أخرى فقد ثبت أن الزيوت والدهون تزيد من مقاومة الجلود لموامل التلف كما أنها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية للياف الجلد عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الألياف ٠٠ وهذه كلها أمور تزيد من متانة الجلود وطراوتها وتحتم مداومة معالجة الجلود القديمة بمواد التطرية المناسبة .

وفيما يلى سوف نتناول كيفية تطرية الجلود القديمة مع الإشارة الى أهم المواد المستخدمة لهذا الغرض .

وقد تنوعت المواد المستخدمة فى تطرية الجلود القديمة واختلفت باختلاف معامل العلاج والترميم فى البلدان المختلفة ٠٠ وحسب ما جاء فى المراجع التى عנית بهذا الموضوع نجد أن أهم المواد التى استخدمت فى تطرية الجلود القديمة هي :

١ - زيت الخروع الممزوج بالكحول الايثيل والماء .

٢ - زيت كبد الحوت الممزوج باللانولين .

٣ - الفازلين .

٤ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

شمع نحل بنسبة ١٠ %

شمع يرافين بنسبة ٢٠ %

فازلين بنسبة ٢٠ %

زيت تربنتين معدنى بنسبة ٥٠ %

٥ - مادة نظرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

صابون أوليات البوتاسيوم	جزء واحد
زيت كبد الحوت	ثلاثة أجزاء
ماء	ثمانية أجزاء

٦ - زيت النيتسفوت النقي

Pure neat's foot oil

٧ - مادة نظرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
ثيمول	٥٥ جم
باراهيدوكسي دايفينيل أمين	١٥ جم

(P-hydroxy diphenylamine)

٨ - مادة نظرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
ثيمول	٣ جم

٩ - مادة نظرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت النيتسفوت	١٠٠ جم
شمع نحل	٣٠ جم
جلسرين	١٠ جم
لانولين	٣٠ جم
ثيمول	٣٤ جم

١٠ - مادة تطرية تحضر بمزج المكونات الآتية :

زيت التيتسفوت ٢٥٪

زيت محركات (Turbine oil) ٦٠ - ٦٥٪

(خليط من القطعة الخامسة والقطعة الثانية)

سيريسين (Ceresin) ٧ - ١٠٪

شمع نحل ٣ - ٥٪

باراهيدروكسي دايفنيل أمين ٠.٠١٪

١١ - اللانولين النقي :

ولما كانت معظم المواد التي استخدمت في تطرية الجلود القديمة قد حضرت بطريقة اجتهدية وفق معايير أساسها الخبرة المكتسبة من الممارسة، فلا بد أن يتطرق إلى الدهن سؤال هو :

ما هي أكثر هذه المواد صلاحية وأماناً ؟

وسوف نحاول الإجابة على هذا السؤال من خلال مناقشة المعايير العلمية التي يمكن على أساسها القول بأن هذه المادة أو تلك هي أصلح المواد وأكثرها أماناً ، وذلك على النحو التالي :

(أ) من الثابت علمياً أن زيت التريبتين له قابلية كبيرة للتأكسد بفعل أكسجين الهواء الجوي مكوناً بيروكسيدات وأن هذه البيروكسيدات تتحلل معطية أكسجين نشط يتفاعل مع الجلود مؤدياً إلى تلفها .
وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التي يدخل في تركيبها زيت التريبتين المعدني بنسبة ٥٠٪ لا تصلح لأغراض تطرية الجلود القديمة .

(ب) من المعروف علمياً أن مستحلبات الزيوت والصابون تنفصل إلى أطوارها بمرور الوقت ، الأمر الذي يؤدي إلى تبقي الجلود المعالجة بها بالزيت الذي ينفصل من المستحلب .

ومن ناحية أخرى فإن المستحلب المائي للزيوت يعد من أفضل المناات للبكتريا وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن مادة التطرية التي تحضر بمزج زيت كبد الحوت وغيره من الزيوت مع صابون أوليات البوتاسيوم والماء ليست من المواد التي يمكن استخدامها بأمان في عمليات تطرية الجلود القديمة .

(ج) من الثابت علميا أن الزيوت غير المشبعة التي يحتوي جزيؤها على رابطتين مزدوجتين أو أكثر لها قابلية كبيرة لامتصاص الأكسجين من الهواء الجوي في أماكن الروابط المزدوجة مكونة بيروكسيدات ، ثم يلى ذلك عدة تفاعلات قد تتضمن تبلمر الجزيئات المؤكسدة وتحلل بعضها عند روابط البيروكسيد مؤدية إلى جفافها وتحولها إلى غشاء متجانس له صلاحية الجيلاتين . وهذه كلها أمور تجعل مثل هذه الزيوت غير صالحة لتطرية الجلود القديمة .

وعلى ذلك يمكن القول بأن زيت الخروع وزيت كبد الحوت ليسا من المواد المأمونة التي يمكن استخدامها في التطرية .

(د) بما أن زيت النيتسفوت غير قابل للجفاف لاحتوائه على حمض الأوليك . . وبما أن زيت المحركات غير قابل للجفاف . . وبما أن شمع النحل غير قابل للاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة . . وبما أن الجلوسرين يزيد كثيرا من ليونة الجلد . . وبما أن اللانولين وشمع البرافين والفازلين من المواد الثابتة كيميائيا ، فإنه يمكن القول بأن مواد التطرية التي تحضر بمزج هذه المواد أو بعضها تعتبر من أكثر مواد التطرية صلاحية وأمانا .

خامسا - التقوية واستكمال الأجزاء الناقصة

أولا - التقوية :

ولو أنه من المستحيل إضافة عمر جديد للجلود القديمة إذا ما وصلت حالتها إلى درجة كبيرة من التمعن والضعف ، إلا أنه من الممكن تقويتها وذلك عن طريق تثبيتها على حوامل من قماش خفيف شفاف من الشيفون أو الكريبلين ، وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ - تنظف الجلود من العوالق السطحية باستعمال فرشاة ناعمة أو باستخدام قطعة من الاسفنج مبللة بالكحول الايثيل المضاف إليه الماء بنسبة ٢٥٪ أو بأي مادة من المواد السابق الإشارة إليها . . ويجب تجنب استخدام الصوابين لكونها تؤثر على مواد الدباغة . . وفي الحالات التي يتحتم فيها استعمال الصابون فيجب استعمال صابون أوليات البوتاسيوم الذائب في زيت التريبتين المعدني .

٢ - تنزع الجلود إذا كانت مثبتة على حامل آخر بعد تطريتها بالكحول الايثيل المضاف إليه الماء بنسبة ٢٥٪ ثم تفرد عن طريق تعريضها لبخار الماء في صندوق محكم الغلق .

٣ - تطرى الجلود بعد فردها بمادة النظرية السابق الاشارة اليها وباتباع الطريقة التى سبق الحديث عنها .

٤ - تثبت الجلود بعد تطريتها على حوامل من قماش الشيفون أو الكرييلين باستخدام محلول من الصوديوم كاربوكسى مثيل سليولوز الذائب فى الماء بنسبة ٥ %

ثانيا - تكملة الأجزاء الناقصة

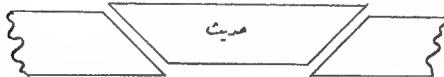
تستكمل الأجزاء الناقصة باستخدام جلد حديث يراعى فى اختياره تناسبه فى السمك واللون والنوعية مع ما يراد استكمالها من الجلود القديمة ، وذلك باتباع الطريقة الآتية :

١ - توضع الجلود القديمة المراد استكمال ما بها من أجزاء ناقصة بعد فردها جيدا وإزالة ما بها من تجمعات على لوح من الزجاج .

٢ - توضع قطع الجلد الحديثة المختارة لاستكمال الأجزاء الناقصة على لوح الزجاج تحت مواضع الأجزاء الناقصة المراد استكمالها مباشرة ثم تجدد حدود الأجزاء الناقصة على قطع الجلد الحديثة .

٣ - ترفع قطع الجلد الحديثة ويقص منها الجزء الزائد عن مساحة الأجزاء الناقصة من الجلد القديم فيما عدا ٥ مم حول محور التجميع لاستخدامها فى لصق قطع الجلد الحديثة بالجلد القديم .

٤ - ترقق حواف الجلد القديم حول محور التجميع كما ترقق أيضا حواف قطع الجلد الحديث فى نفس الاتجاه ، وذلك باستخدام مشرط حاد وعلى النحو الموضح بالرسم .



• رسم يوضح كيفية تجهيز قطع الجلد الحديث لاستكمال الأجزاء الناقصة فى الجلد القديم.

٥ - تدهن حواف الأجزاء الناقصة من الجلد القديم وحواف قطع الجلد الحديث المعلقة لاستكمالها بالمادة اللاصقة ، وهى اما مستحلب خلاص الفينيل المبلعمة (الفيناقيل) أو مستحلب البولى مثيل ميثاكريلات ثم يصفقان معا .

وتزال الكمية الزائدة من المادة اللاصقة بقطعة من القماش
المبلل بالماء .

٦ - توضع الجلود بعد ذلك بين فرخين من الورق المشبع بشمع البرافين
وتنقل الى مكبس يدوي أو آلي وتظل به الى أن تجف المادة اللاصقة
تماما .

علاج وترميم الرق

الرق هو جلد مندوف الشعر غير مدبوغ لا يختلف من الناحية
الكيميائية عن أى نوع آخر من الجلود الا فى طريقة صناعته وتجهيزه .

ولقد سبقت الإشارة ونحن بصدد الحديث عن طريقة صناعة الرق
الى أن الخطوة النهائية فى عملية تجهيز الرق كمادة يكتب عليها تتلخص
فى تغطية سطح الجلد بعد أن يتخلص مما به من عصارة بمسحوق
الطباشير الناعم ثم يحك عليه برفق شديد بحجر خفاف أو حكاك حتى
يتداخل الطباشير فى مسام الجلد ويحفظ ما بها من رطوبة ، وعلى ذلك
فان الرق بجميع أنواعه قاعدى الخواص . . ولقد هيات للرق طبيعته
القاعدية الوقاية ضد الإصابة بالفطريات والكائنات الحية الدقيقة التى
تعيش فى الأجواء الحمضية .

ومقاومة الرق لتأثير الأجواء الحمضية تميزه عن الجلود المدبوعة
بمقاومته لعوامل التلف وبطول فترة بقائه . . على أن طبيعة الرق
القاعدية تعرضه فى نفس الوقت لبعض الأضرار التى من أهمها اصفرار
لونه اذا تناولته أيدي كثيرة أو اذا تعرض للأتربة ، وذلك لأن ذرات مركبات
الحديد التى تحتويها الأتربة لا تلبث أن تتحول الى هيدروكسيد الحديد
مسببة هذا اللون الأصفر .

والرق بوصفه أحد المواد الممتصة (Hygroscopic) له حساسية
كبيرة للرطوبة ، ولذلك فانه عندما يتعرض لتأثير أجواء عالية الرطوبة
مدة طويلة من الزمن يتحول الى ما يشبه الجيلاتين .

والرق فى الحالات العادية له قدرة كبيرة على التعادل مع الجو
المحيط به بامتصاص أو إعطاء الرطوبة . . ولقد أثبتت الدراسات التى
أجريت فى هذا الصدد أن الرق يحتوى على الماء الحر بنسبة ١٠ ٪ من
وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٤٠ ٪ وأنه يحتوى على الماء
الحر بنسبة ٣٠ ٪ من وزنه عندما يوجد فى جو رطوبته النسبية ٨٠ ٪ .
واذا وجد الرق فى جو جاف لمدة طويلة فانه يفقد ليونته وإن كان

يستعملها ثانية اذا زادت نسبة الرطوبة فى الجو المحيط به ، وعلى ذلك فانه من الواجب بل من الضرورى الاحتفاظ بالرطوبة النسبية فى الجو المحيط به فى حدود الدرجات المأمونة وهى من ٥٥ ٪ الى ٦٥ ٪ فى درجات حرارة تتراوح بين ١٧ درجة ، ٢٥ درجة مئوية .

ومن ناحية أخرى فقد أثبتت الدراسات البيولوجية أن بقاء الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالرق بهذه النسب المحددة هو فى الواقع من أنجح الوسائل لوقيته من الاصابة بالفطريات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة .

ويشتمل علاج وترميم الرق على عدة عمليات أساسية هى :

١ - التنظيف وإزالة البقع .

٢ - التطرية .

٣ - الفرد وإزالة التجمعات .

٤ - ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة .

وفيما يلى سوف نتكلم عن هذه العمليات بالتفصيل وذلك على النحو

التالى :

أولاً - التنظيف وإزالة البقع

ينظف الرق مما قد يكون عالقاً به من أوساخ وأتربة بفرشاة ناعمة جافة أو باستخدام مشط غير حاد . وفى الحالات التى لا تكفى فيها هذه الطرق اليدوية فيمكن استخدام الكحول الايثيل المضاف إليه الماء بنسبة ٢٥ ٪ ، وذلك فى الأماكن غير المزينة بالألوان أو الأماكن غير المكتوبة . أما الأجزاء المنقوشة أو المكتوبة فيمكن تنظيفها بالكحول الايثيل بحيث لا تقل درجة تركيزه عن ٩٥ ٪ .

وفى الحالات التى تكون فيها القاذورات أو الأتربة متداخلة فى مسام الرق فيستخدم بعد إزالة الأتربة والموالق السطحية وبعد تثبيت النقوش والكتابات صابون أوليات البوتاسيوم على صورة ملحوف فى زيت التريتين المعدنى درجة تركيزه ٢ ٪ . ويجرى العمل باستخدام اسفنجة مبللة بقليل من محلول الصابون يدعك بها سطح الرق برفق وحذر مرة تلو الأخرى الى أن يتم تنظيفه تماما .

وفى نهاية عملية التنظيف يشطف الرق باستخدام اسفنجة مبللة

بقليل من زيت التربنتين المعدنى ويستمر العمل الى أن يتم ازالة آثار الصابون ثم يترك الرق ليجف فى درجة الحرارة العادية .

وعملية ازالة البقع من الرق شأنها فى ذلك شأن ازلتها من الجلود القديمة تتطلب دراية كبيرة وحذرا شديدا اذ يتوقف نجاح عملية ازالة البقع على كيفية استخدام المحاليل الكيميائية وعلى اتخاذ الاحتياطات الكفيلة بمنع انتشار هذه البقع فى الأماكن المجاورة لها .

ومن الضرورى جدا أن يضع القائمون بالعمل نصب أعينهم عند ازالة البقع الأمور الهامة الآتية :

١ - عدم استخدام محاليل المواد القلوية ، فالرق وهو من المواد البروتينية قابل للذوبان فى القلويات .

٢ - عدم استخدام المواد الكيميائية القاصرة أو المزيلة للألوان التى يتولد منها غاز الكلور ويكتفى باستخدام محلول من فوق أكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) .

٣ - عدم استخدام محاليل الأحماض القوية المركزة .

٤ - عدم استخدام حمض النيتريك اذ أنه يصبغ المواد للبروتينية ومنها الرق باللون الأصفر .

٥ - تجنب استخدام المحاليل المائية . . وفى حالة استخدامها تستخدم باردة أو دافئة .

٦ - يجب تثبيت الكتابات والنقوش ان وجدت . . ويمكن استخدام محلول من مادة الكلثون الذائبة فى الكحول الايثيل المضاف اليه الماء بنسبة ٣٠ ٪ .

٧ - يجب التخلص نهائيا من آثار المواد الكيميائية التى استخدمت فى ازالة البقع .

ويجدر التنويه الى أن محاليل المواد الكيميائية التى يمكن استخدامها فى عملية ازالة البقع من الرق لا تختلف عن المحاليل التى تستخدم لازالة البقع من الجلود القديمة . . ويمكن الرجوع اليها واختيار ما يصلح منها .

ثانيا - تطرية الرق

تعتمد عمليات تطرية الرق شأنها فى ذلك شأن عمليات تطرية الجلود القديمة على عاملين هما :

١ - تخزين الرق الذي ما يزال محتفظا بالماء المتحد كيميائيا في أجواء تحتوي على كمية الرطوبة المناسبة .

٢ - معالجة الرق بالمواد الزيتية والدهنية ، وذلك على أساس أن الزيوت والدهون تقلل من قابلية الرق لفقد أو امتصاص الماء كما أنها تزيد من مقاومته للاعوجاج أو الالتفاف . . أي أنها تزيد من مقاومته لعوامل التغير في الشكل .

ون ناحية أخرى فإنها تقلل من قوة احتكاك الأسطح الداخلية للآلياف عند الاستعمال فضلا عن كونها تزيد من لدونة هذه الآلياف .

وفيما يلي سوف نتناول أهم المواد التي يمكن استخدامها لطرية الرق القديم وهي :

— مستحلب الاسبرماسيتي ١٢.٠٪
(Spermaceti emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٩٥ مليليترا من الكحول الايثيلي النقي ٩٥ ٪ .

٢ مليليترا من الجلسرين .

٣ مليليترا من الاسبرماسيتي الذائب في البنزين بنسبة ٥ ٪ .

— مستحلب البيض (Egg emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٣٠ - ٤٠ جم من صفار أو بياض البيض

٢٠ - ٣٠ مليليترا من الجلسرين

٢٠ - ٣٠ مليليترا من الماء المقطر

٣ مليليترا من النوشادر

١٠ مليليترا من زيت التريبتين المعدني

٦٠ - ٧٠ مليليترا من الكحول الايثيلي النقي ٩٦ ٪ .

زعر (ثيمول) بواقع ٢ ٪ من الحجم الكلي للمزيج

— مستحلب اللانولين (Lanolin emulsion)

ويحضر بمزج المكونات الآتية :

٥ - جسم من الكحول الايثيل النقي ٩٦ ٪ .

١٠٠ - جسم من الماء المقطر .

٥ - جسم من اللانولين .

١٠ - جسم من الجلسرين .

٢ - جسم من أحد الصوابين غير الأيونية .

— محلول من اليوريا الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ :

ولا يفوتني أن أنوه في هذا الصدد الى البحث القيم الذي أجراه
بيلايا (I. K. Belaya) والذي سبق لنا تناوله بالتفصيل عند الحديث
عن طرق فحص الرق (يرجع اليه) .

وقد انتهى بيلايا في بحثه هذا الى استخلاص النتائج الهامة الآتية :

١ - اليوريا (Urea) الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ هي أفضل المواد
لتطرية الرق القديم المجعد .

ولزيادة قوة ومرونة الرق الذي استخدمت اليوريا في تطريته
يعالج بمستحلب من الاسبرماسيتي بنسبة تركيز تتراوح ما بين
١ ، ٢ ٪ .

٢ - الرق غير المتصلب وغير المجعد لا يعالج بمخلول اليوريا اذ يكفي
لتطريته بعد تنظيفه جيدا مستحلب الإسبرماسيتي الذي تتراوح
درجة تركيزه ما بين ١ ، ٢ ٪ حسب سمك صحائف الرق .

٣ - تطرية الرق باليوريا الذائبة في الكحول بنسبة ١٠ ٪ لا تؤدي الى
حدوث زيادة حادة في قابلية الرق لامتصاص الرطوبة
(Hygroscopicity)

٤ - الزيادة الطفيفة في قابلية الرق الذي جرت تطريته بمحلول اليوريا
لامتصاص الرطوبة - والتي تراوحت نسبتها ما بين ٥ ، ١٥ ٪ -
تحت تأثير الظروف العادية لا تؤدي الى تلف الرق بل نجد أنها
تساعد على المحافظة على مرونته .

ثالثا - الفرد وإزالة التجعدات

تعتمد عملية الفرد وإزالة التجعدات على اكساب الرق الجاف الدرجة المناسبة من الليونة والكمية الملائمة من الرطوبة حتى تصل طراوته الى الدرجة التي تسمح بالشد دون خوف من تمزقه . وتتلخص الطريقة التي يمكن اتباعها في الخطوات الآتية :

١ - ينظف الرق من العوالق السطحية والأتربة .

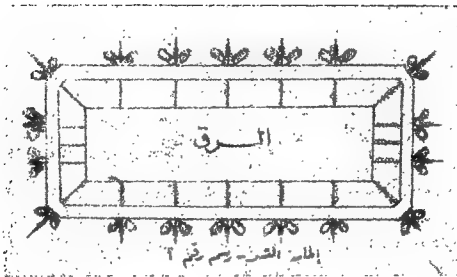
٢ - يوضع الرق فوق لوح من الزجاج ثم يرش بمحلول من اليوريا النائية في الكحول الايثيل بنسبة ١٠ ٪ ويترك قليلا حتى يتشرب المحلول ويكتسب درجة كافية من الليونة والطراوة . ويراعى عدم استخدام محلول اليوريا بكمية تزيد عن القدر اللازم حتى لا يتحول الرق الى ما يشبه الجيلاتين .

٣ - بعد أن يكتسب الرق الدرجة المناسبة من الليونة يبدأ في عملية الفرد وإزالة التجعدات وذلك بإجراء شد بسيط بالأصابع من حول التجعدات ثم شد أطراف الرق بحذر شديد .

٤ - يرش الرق بعد الانتهاء من عملية الفرد وإزالة التجعدات بكمية صغيرة من محلول اليوريا ثم يوضع بعد أن يتشرب المحلول بين ورقتين من الورق المشبع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوي أو آلي ويترك به حتى يجف تماما .

٥ - يعد الرق للعرض بعد الانتهاء من عملية الفرد وذلك بوضعه بين لوحين من زجاج البلكسي Plexi glass منافذ لمرور تيار ضعيف من الهواء ثم يحفظ الرق بعد ذلك في درجات الحرارة والرطوبة المناسبة .

وفي حالة التجعدات التي لا يمكن ازالتها بإجراء شد بسيط من حولها بالأصابع ثم كبسها ، فانه يستخدم لذلك نوع من البروايز أو الاطارات التي تسمى باسم اطارات الشد ، وهي مجيزة بطريقة معينة تمكن من إجراء الشد المطلوب بطريقة منتظمة وفي كل الاتجاهات بواسطة مسامير من الفلاووظ . (انظر الرسم) .



« رسم يوضح كيفية فرد الرق وإزالة التجعدات »
« باستخدام الطارات الشد »

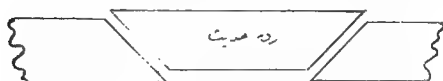
رابعا - ترميم التمزقات وتكملة الأجزاء الناقصة

(أ) إذا كان الرق ممزقا فيمكن لصق أجزائه باستخدام محلول من حمض الخليك درجة تركيزه ١٠ ٪ . وتتم عملية اللصق عن طريق دهان أطراف الأجزاء الممزقة ، حيث تتحول أطراف هذه التمزقات بفعل الحمض الى ما يشبه الجيلاتين ثم تكبس فوراً وتترك لتجف ٠٠ وبهذا تلتصق الأجزاء الممزقة بعضها ببعض الآخر .

(ب) إذا كانت هناك أجزاء ناقصة وخاصة في الأطراف ويراد استكمالها فيستخدم لذلك قطع من رق حديث يراعى في اختياره تناسبه في السمك واللون مع ما يراد ترميمه من الرق القديم . وفي هذه الحالة لا يكفي استخدام محلول من حمض الخليك ، ولكن تستخدم لهذا الغرض مادة لاصقة قوية ٠٠ وفي هذا الصدد يفضل استخدام مستحلب خلات الفينيل الملمرة (الفينافيل) أو مستحلب البولي مثيل ميثاكريلات أو محلول كحولى من الاثيل سليولوز درجة تركيزه ١٥ ٪ وعلى أن تضافه اليه مادة فيثالات ثنائى البوتيل (dibutyl phethalate) كمادة لدنة .

ويتم العمل عن طريق دهان أطراف الرق القديم والحديث بالمادة اللاصقة ، وذلك بعد بردها بميل حتى تتداخل معا ، ثم يوضح الرق بين

ورقتين من الورق المشمع بشمع البرافين وينقل الى مكبس يدوي و آلي
وينزك به حتى تجف المادة اللاصقة تماما .



طريقه سد الشقوق باستخدام الرز الحديث

المراجع

أولا - المراجع الأجنبية :

1. Barrow, W. J. : Manuscripts and documents, their deterioration and restoration. Charlottesville, University of Virginia Press, 1955.
2. Barrow, W. J. : Deterioration of Book Stock, Causes and Remedies, Edited by Randolph W., Church Richmond, The Virginia State Library, 1959.
3. Barrok, W. J. : Test data of naturally aged Paper. Permanence/Durability of the Book. II. Richmond, Virginia, 1964.
4. Barrow, W.J. : Spray deacidification. Permanence/Durability of the Book. III, Richmond, Virginia, 1966.
5. Banks, P. : The Scientist, the Scholar and the Book Conservator : Some thoughts on Book Conservation as a Profession, DAGLI ATTI DELLA XLIX RIUNIONE DELLA S.E.P.S., September 1967.
6. Banks, P. : Paper Cleaning, Restaurator, Vol. I, No. 1, 1969.
7. Baynes-Cope, A. D. : The None-Aqueous Deacidification of Documents, Restaurator I, 1969.
8. Becker, E. S., Hamilton, J. K. and Lucke, W. E. : Cellulose Oligo-Saccharides as model Compounds in Chlorine dioxide bleaching, Tappi 48, 60-64, No. 1, 1965.
9. Belaya, I. K. : Softening and Restoration of Parchment in Manuscripts and Book bindings, Restaurator I, 1969.
10. Belaya, I.K. : The Action of Certain Antiseptics on Paper, .

- Collection of materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
11. Belaya, I.K. : The Action of Short Wave Ultraviolet Irradiation by Bactericidal Lamps on Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
 12. Belaya, I. K. : Softening Leather Bindings, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 13. Belaya, I.K. : Glue for Restoration of Leather Bindings, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 14. Belyakova, L.A. : The Mold Species and their Injurious Effect on Various Book Materials, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O. V. Kozulina, Moscow, 1958.
 15. Belyakova, L. A. : The Resistance of Fungi to Fungicides, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 16. Belyakova, L. A. : Choice of Antiseptic for Mold Control on Book Glue, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 17. Belyakova, L.A. : Protection of Leather Bound Books from Mold Attack, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
 18. Belyakova, L.A. : Effect of Ultraviolet Radiation by Bactericidal Lamps on Spores of Mold Fungi, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.

19. Belen'kaya, N. G. : *Methods of Restoration of Books and Documents, New Methods For the Restratriation and Preservation of Documents and Books*, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
20. Belen'kaya, N. G., and Strel'tsova, T.N. : *Restoration and Preservation of Books and Documents by Thermoplastic Film Coating, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents, and Books*, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
21. Boustead, W. M. : *The Surface PH Measurement and Deacidification of Prints and Drawings in Tropical Climates*, *Studies in Conservation*, Vol. 11, 1967.
22. Browning, B. L. : *Analysis of Paper*, New York, 1969.
23. Casiani, F. : *Uses of Chlorine dioxide and Chlorites in Pulp and Paper*, *Trade Journal*, 136, NO. 10, pp. 21-25, 1963.
24. Cravens, B. B. : *Stabilized Chlorine dioxide for microorganism Control*, *Tappi* 49, No. 8, 53 A-55 A, 1966.
25. Crawford, R. A. and Dewitt, B. J. : *Decomposition rate studies in the gaseous Chlorine dioxide-Water System*, *Tappi* 51, No. 5 p.p. 226-230, 1968.
26. Crawford, I. A. : *Chlorine dioxide of eucalypt Soda Pulp*, *Appita* 23, No. 2, pp. 115-123, 1969/1970.
27. Cunha, George D. M. : *Conservation of Library Materials, A Manual and Bibliography on Care, Repair and Restoration of Library Materials*, The Scare Crow Press, Inc. Metuchen, N. J., U.S.A., 1967.
28. Czerwinska, El., Kowalik, R. and Wisniewski, T. : *Determination of the Resistance of Plastics to Mold*, *ACTA, Microbiologica Polonica*, 12, 1963.
29. Carson, F. T. : *Effect of Humidity on Physical Properties of Paper*, Washington, U.S. Government Printing office, 1940.
30. Doe, B. *Notes on Museum and Art Gallery Lighting in the Tropics*, *Studies in Conservation* Vol. 12, 1967.

31. Ernest, F. M. : Manufacture and use of Chlorine dioxide in Pulp Bleaching, Paper Trade Journal, 143, pp. 46-50, 1959.
32. Erastov, D.P. : Control of Operating Conditions in Reproduction Technique for High Lighting Faded Images, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
33. Feller, R. Van Schendel, A., Thomson, G. and Werner, A. : Synthetic Materials used in the Conservation of Cultural Property. Rome Center Publications, 1963.
34. Faller, R. : The Deteriorating Effect of Light on Museum Objects, Museum News, Technical Supplement, No. 3. June. 1964.
35. Gettens, R. J. : The bleaching of Stained and discoloured Pictures on Paper With Sodium Chlorite and Chlorine dioxide, Museum 5, pp. 116-130, 1952.
36. Harrison, W. D. : Bleaching With Chlorine dioxide, TAPPI monograph No. 10, pp. 119-135, 1953.
37. Haller, J. F. : Chlorine dioxide and Safety. Tappi 38, No. 4, pp. 199-202. 1955.
38. Hatton, J. V., Murray, F. E. and Clark, T. P. : Studies on delignification of Kraft Pulp in the first bleaching stage using Chlorine and Chlorine dioxide, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, pp. 241-248, 1966 and 68, pp. 181-190, 1967.
39. Homans, R. H. Brightness Stability as affected by PH in the Chlorine dioxide Stages of bleaching, Southern Pulp and paper Manufacturer 25, No. 10, pp. 62-64, 1962.
40. Kowalik, R. : Conservation of Cultural Property. Serial No. 2268/RMs. Rs/CLP, UNESCO, Paris, January 1971.
41. Kozulina, O.V. : Dermestid Book Pests and Measures for their extermination, Collocation of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moskow, 1958.

42. Langwell W. H. : The Conservation of books and Documents, Pitmann, London, 1957.
43. Lee, H. N. : Established Methods for Examination of Paper, Technical Studies in the Field of the Fine Arts, Vol. 3, No. 1, July 1934.
44. Lucas, A. : Ancient Egyptian Materials and Industries. 2nd Edition, Edward Arnold & Co. London, 1934.
45. Lyublinskii. V. S. : Two Difficult Cases of Restoration of Fasad Text, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solchuk, Moskow, 1960.
46. Moss, A. A. : The application of X-Rays, GAMMA Rays, Ultra-Violet and Infra — Red Rays to the Study of Antiquities, Museum Technique, Part B. Section 4, London, 1954.
47. Ogran, R.M. Design for Scientific Conservation of Antiquities, Butter Worths, London, 1968.
48. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press. 1937.
49. Plenderleith, H. J. : The Conservation of Prints, drawings and manuscripts, Oxford, The museum Associations by Oxford University Press, 1937.
50. Plenderleith, H. J. and Phillipot, P. (editor), Climatology and Conservation in Museums, Rome Center Publications, 1960.
51. Plumb, W. J. : The Preservation of Books in Tropical and Sub-tropical Countries. Vol. I, Kuala Lumpur, Oxford University Press, 1964.
52. Petrova, G. I. : Insects in Book Store rooms and Disinfection Measures, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moskow, 1953.
53. Petrova. A. P., Zavgorodnyaya and Zaglyayeva Z.A. : The

- effect of High-Frequency Electro-Magnetic Fields on Paperdestroying Mold Fungi, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
54. Pravilova, T.A., Solechnik, I. Ya. and Khodarinova, G. N. Effect of a High-Frequency Electromagnetic Field on Paper, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief S. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
 55. Petrova, A. P. Zavgorodnyoya and Pravilova, T. A. : Disinfection of Books and Documentary Materials by a High-Frequency Electro magnetic Field, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
 56. Pravilova, T.A. : Aging of Paper, New Methods for the Restoration and Preservation of Documents and Books, Editor-in-Chief N. Ya. Solechnik, Moskow, 1960.
 57. Rapson, H. W. : Chlorine dioxide bleaching, Paper Industry 36, No. 6, pp. 575-578, 1954.
 58. Rapson, W. H. and Anderson, C. B. : Mixture of chlorine dioxide and Chlorine in the Chlorine in the Chlorination stage of Pulp bleaching, Pulp and Paper Magazine of Canada 67, No. 1, pp. 47-55, 1966.
 59. Rapson, W. H. : Chlorine dioxide bleaching today and tomorrow-new developments in bleaching and generating Cl O₂ — Processes Compared-Cost data given in : Pulp and Paper 32, No. 1, pp. 46-51, 1958.
 60. Rybakova, S. G. : Control of Mold Fungi on Books, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L. G. Petrova, Moskow, 1953.
 61. Santucci, L. : The application of Chemical and Physical Methods to Conservation of Archival Materials, Bollettino dell'Istituto di Patrologia del Libro "Alfonso Gallo" January 1961.

62. Santucci, L. : Report on Paper Stability, Part 1. Survey of Literature, Discussion and some Experimental Contribution, Bolletino dell "Istituto di Patologia del Libro" Alfonso Gallo, January-December, 1963. ...
63. Shahin, A. : Eisengallustinten-Ihre Nature Und Regenerierung, Mitt. & IADA Bd. 3, 1973.
64. Shahin, A., Wachter, O : Simplification of the Chlorine Dioxide Bleaching System, Works of Art on Paper and Parchment, London, 1972.
65. Shahin, A., Wachter, O. and Rocket, F. : Desinfektion, Bleichung und Ligninabbau Mittels Chlodioxid, Internationaler Graphischer Restauratorenstag, IADA, 1971.
66. Turner, R. M. : The Microbiology of Fabricated Materials, Churchill LTD., London, 1967.
67. Thomson, G. : Air Pollution, A review for Conservation Chemists, Studies in Conservation, Vol. 10, No. 4, 1965.
69. Thomson, G. Annual Exposure to Light Within Museums. Studies in Conservation, Vol. 12, 1967.
69. Thomson, G. : Conservation and Museum Lighting, Museums Association information Sheet, Museum Association, May 1970.
70. Thorstensen, Thomas C. : Practical Leather Technology, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
71. Waterer, Johnow : A guide to the Conservation and Restoration of Objects made Wholly or in Part of Leather, G. Bell & Sons, London, 1972.
72. Weldner, Marilyn K., Damage and Deterioration of Art on Paper due to Ignorance and the Use of Faulty Materials, Studies in Conservation, Vol. 12, 1967.
73. Werner, A.E. : The Lamination of Documents, Problems of Conservation in Museum George Allen & Unwin LTH., London, 1969.
74. Wilson, W. K. : Reflections on the Stability of Paper, Restaurator, Vol. 1, No. 2, 1969.

75. Yabrova, R. R. : The Prevention of Aging of Books and Newspapers, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
76. Yabrova, R.R. : Artificially Accelerated Aging of Paper, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
77. Yabrova, R. R. : The Effectiveness of Book Reinforce-by Poly-Methylacrylate Emulsion, Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L.A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow. 1958.
78. Yabrova, R. R. : Treatment of Paper with Certain Polyacrylate Resins. Collection of Materials on the Preservation of Library Resources, No. 3, Edited by L. A. Belyakova and O.V. Kozulina, Moscow, 1958.
79. Yabrova, R. R. : Removal of Dyes from Paper, Collection of Materials on the preservation of Library Resources, No. 2, Edited by L.G. Petrova, Moscow, 1953.
80. The bleaching of Pulp. Prepared under the direction of the Tappi Pulp Purification Committee, New York : Tech. Association of the Pulp and Paper Industry, 1933. (Tappi Monograph Series, 10.)
81. The hand book of Pulp and Paper technology, Edited by Kenneth W. Britt. New York, Reinhold (etc.), 1964.

ثانيا - المراجع العربية :

- ٨٢ - د. أحمد كامل عزب - علم الحشرات العام - مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة .
- ٨٣ - أبو صالح الألفى - الفن الاسلامى أصوله فلسفته مدارسه - المطبعة العالمية - القاهرة ١٩٦٦ .
- ٨٤ - اعتماد القصيرى - فن التجليد عند المسلمين - الجمهورية العراقية - وزارة الثقافة والاعلام - المؤسسة العامة للآثار والتراث - بغداد ١٩٧٩ .
- ٨٥ - ألفريد لوكاس - المواد والصناعات عند قدماء المصريين - الطبعة الثالثة - ترجمة الدكتور زكى اسكندر ومحمد زكريا غنيم - دار الكتاب العربى - القاهرة .
- ٨٦ - ب. يافلوف و آ. بترينتيف - الكيمياء العضوية - دار « فير » للطباعة والنشر - الاتحاد السوفيتى - موسكو ١٩٧١ .
- ٨٧ - د. حجاجى ابراهيم محمد - أصباغ مصر وأحبارها عبر العصور - الطبعة الأولى - مكتبة سميد رافت - عين شمس - القاهرة ١٩٨٤ .
- ٨٨ - د. حسام الدين عبد الحميد محمود - تكنولوجيا صيانة وترميم المكتبات الثقافية . مخطوطات . مطبوعات . وثائق . تسجيلات - الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٧٩ .
- ٨٩ - د. حسام الدين عبد الحميد محمود - المنهج العلمى لعلاج وصيانة المخطوطات والأخشاب والمنسوجات الأثرية - مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٨٤ .
- ٩٠ - د. زكى محمد حسن - الفنون الايرانية فى العصر الاسلامى - الأعمال الكاملة للدكتور زكى محمد حسن - دار الرائد العربى - بيروت ١٩٨١ .
- ٩١ - د. عبد الستار الحلوجى - المخطوط العربى من نشأته الى آخر

القرن الرابع الهجرى - جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية -
الرياض ١٩٧٨ •

٩٢ - عبد المزم شاهين - طرق صيانة وترميم الآثار والمقتنيات الفنية
- الهيئة المصرية العامة للكتاب - القاهرة ١٩٧٥ •

٩٣ - عبد المزم شاهين - الأسس العلمية لعلاج وصيانة الرق والبردى
- هيئة الآثار المصرية - قطاع المتاحف - القاهرة ١٩٨٠ •

٩٤ - عبد المزم شاهين - علاج وصيانة بعض قطع الرق والبردى من
المتحف القبطى بالقاهرة - رسالة ماجستير - اشراف الدكتور زكى
اسكندر - كلية الآثار - جامعة القاهرة ١٩٧٨ •

٩٥ - م. م. ديماند - الفنون الإسلامية - ترجمة أحمد محمد عيسى
- مراجعة وتقديم الدكتور أحمد فكرى - دار المعارف - القاهرة
١٩٨٢ •

٩٦ - محمد محمد الصفيى - البردى واللوتس فى الحضارة
المصرية القديمة - رسالة ماجستير - اشراف الدكتور عبد العزيز
صالح - كلية الآثار • جامعة القاهرة ١٩٧٦ •

الفهرس

اهـاء	٣
الباب الأول : الأسس العلمية للعلاج والترميم والصيانة	٥
مقدمة	٧
الفصل الأول : الأسس العلمية لعلاج وترميم الورق البردى	٢٧
الفصل الثانى : الأسس العلمية لعلاج وترميم وصيانة الجلد والورق	٤٣
الباب الثانى : طرق فحص الكتب والمخطوطات والوثائق التاريخية	٧٥
الفصل الأول : طرق فحص الورق والبردى	٧٧
الفصل الثانى : طرق فحص الجلود والورق	١١٨
الباب الثالث : عوامل التلف البيولوجى	١٧٦
الفصل الأول : أهم الحشرات التى تصيب الكتب والمخطوطات والوثائق وطرق مقاومتها وإبادتها	١٧٨
الفصل الثانى : الكائنات الحية الدقيقة وطرق مقاومتها وإبادتها	٢٠٨
الباب الرابع : تطبيقات العلاج والترميم	٢٥٨
مقدمة	٢٦٠
الفصل الأول : علاج وترميم الورق والبردى	٢٦٤
الفصل الثانى : علاج وترميم الجلد والرق	٣٧١
المراجع	٣٩٥

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٥٥٦/١٩٩٠

٥ - ٢٣٢٨ - ٠١ - ٩٧٧ - ISBN

